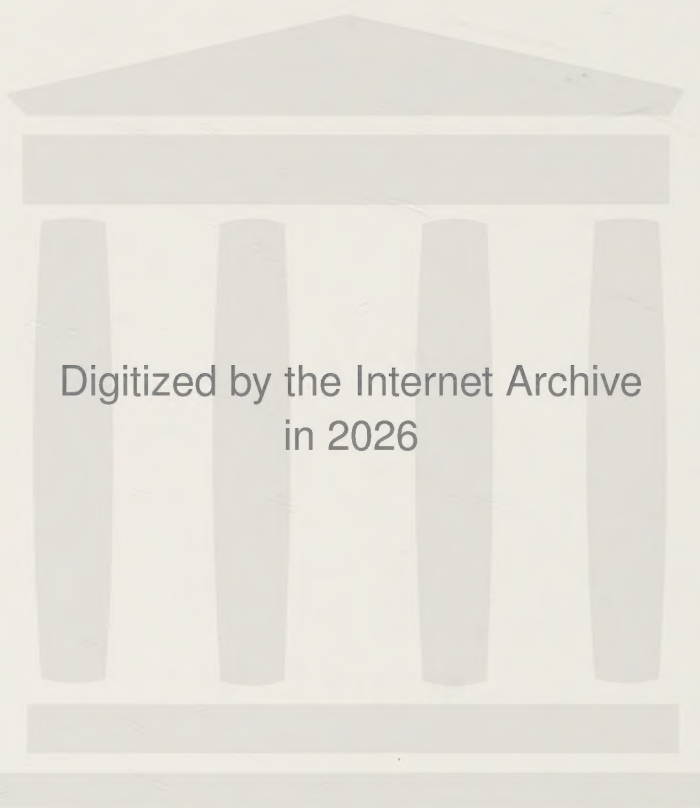


HISTOLOGISCHE UNTERSUCHUNG
ZUR ERFASSUNG DER KLAUEN-
HORNQUALITÄT BEIM RIND

Jörg Walz

1980

Meinen Eltern



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551902_0037

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierhygiene
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Lehrstuhl für Tierzucht

Vorstand: Prof. Dr. H. Kräußlich

und dem Tiergesundheitsdienst Bayern e. V., Grub

Arbeit angefertigt unter Leitung von

Prof. Dr. H. Kräußlich

und

Dr. habil. R. Hoffmann

Histologische Untersuchung zur Erfassung der
Klauenhornqualität beim Rind

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde

der tierärztlichen Fakultät

an der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Jörg Walz

aus

Geislingen a.d. Steige

München 1979

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan:	Prof. Dr. J. von Sandersleben
Referent:	Prof. Dr. H. Kräußlich
Korreferent:	Prof. Dr. H. - G. Liebich

Tag der Promotion: 29. Februar 1980



Diese Arbeit wurde mit Mitteln der Tierzuchtforschung e.V.
gefördert.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literatur	3
2.1 Architektur der Rinderklaue	3
2.1.1 Makroskopischer Klauenaufbau	4
2.1.2 Mikroskopischer Klauenaufbau	11
2.2 Beziehung zwischen Struktur und Qualität des Klauenhorns	17
2.2.1 Strukturmerkmale, Wasserbindung, Pigment	17
2.2.2 Unterschiede in der Lokalisation, genetische und leistungsbedingte Unterschiede	19
Eigene Untersuchungen	22
3. Material	22
4. Methode	24
4.1 Probenentnahme	24
4.2 Wahl der Extremität	24
4.3 Wahl der Lokalisation an der Einzelklaue	25
4.4 Einbettung	27
4.5 Beschreibung der Parameter	30
4.6 Suche nach einer geeigneten Lokalisation	31
4.7 Diskussion	33
5. Ergebnisse	35
5.1 Beschreibung der histologischen Schnitte	35
5.2 Diskussion	40
5.3 Einflüsse auf die histologischen Klauenparameter	41
5.3.1 Einfluß der Extremitäten	41
5.3.2 Einfluß des Körpergewichts und Hautgewichts auf die Parameter	44
5.3.3 Einfluß des Schlachtmonats auf die Parameter	46
5.3.4 Einfluß der Haltungsform	53

5.4	Korrektur der Parameter	55
5.5	Beziehungen zwischen den Klauen- parametern	56
5.6	Diskussion	57
5.7	Vergleich der Rassen Fleckvieh und Braunvieh	61
5.8	Einfluß des Vaters auf die Klauenparameter	63
5.9	Heritabilitätsschätzung	68
5.10	Diskussion	69
6.	Zusammenfassung / Summary	73
7.	Literaturverzeichnis	78
8.	Tabellarischer Anhang	

Die modernen einstreulosen Aufstallungsformen stellen an den Bewegungsapparat der Rinder weit höhere Anforderungen als die herkömmlichen Haltungsformen und messen der Klauenpflege und sachgerechten Klauenkorrektur eine hohe Bedeutung bei.

Vernachlässigte Klauenpflege führt zu Leistungseinbußen oder gar zu verfrühten Abgängen. Die Belastungsverhältnisse werden bei ungepflegten Klauen unphysiologisch. Dies wirkt sich auf den Sehnen- und Bandapparat, sowie auch auf das knöcherne Gerüst der Gliedmaßen aus. Die Körperlast wird immer mehr auf den Ballenbereich verlagert und die Folgen davon sind eine Senkung des Klauenbeins mit extremer Durchtrittigkeit, die leicht zu Klauensohlengeschwüren und eitrig hohler Wand führen kann.

Die Schäden sind meist nicht nur vorübergehend, sondern werden permanent schwerer. Vor allem Hochleistungstiere reagieren auf eine Umweltveränderung empfindlicher mit reduzierter Futteraufnahme und nachfolgender verminderter Milch- bzw. Mastleistung.

Vielfach wird erwähnt, daß die Vererbung an der Klauenwiderstandsfähigkeit einen erheblichen Anteil hat.

Auch ist es eine Erfahrung der Praxis, daß sich die Tiere innerhalb einer Kuhherde oft erheblich in der Klauengesundheit unterscheiden.

Ziel dieser Arbeit ist es, genetisch fixierte Unterschiede in der Mikrostruktur und damit der Wider-

standsfähigkeit des Klauenhorns zu finden.

Mit Hilfe der mikroskopischen Untersuchung der Klauenhornstruktur sollen familiäre und rassebedingte Unterschiede herausgestellt werden, um sie bei der Selektion auf bessere Klauenhornqualität nutzbar zu machen.

2. Literatur

2.1 Architektur der Rinderklaue

ZIETSMANN (1918) kam aufgrund seiner vergleichenden Untersuchungen des Zehenendorgans zu der Erkenntnis, daß es sich bei Huf, Klaue, Krallen und Nagel um homologe Anhangsorgane der äußeren Haut handelt. Diese Epidermalorgane zeichnen sich durch eine besonders mächtige Ausbildung ihres Papillarkörpers und durch hohen Verhornungsgrad aus. Sie werden aufgrund ihrer spezifischen Gewebsgliederung als Epidermalorgane der äußeren Haut gegenübergestellt.

Die Rinderklaue stellt das Zehenendorgan des Rindes dar und weist eine unilaterale Symmetrie auf. An jedem Fuß sind zwei Hauptklauen und zwei Afterklauen ausgebildet, wobei letztere in ihrem Aufbau genau den Hauptklauen entsprechen. Im folgenden wird der Aufbau der Hauptklauen skizziert.

Als Klaue wird das distale Zehenendglied mit den zentral gelegenen Stützteilen und deren Hautüberzug bezeichnet. Die Epidermis des Hautüberzugs bildet den verhornenden Klauenschuh und erfährt, bedingt durch ihre den mechanischen Umwelteinflüssen besonders exponierte Lage, eine bedeutende Massenzunahme.

In Anlehnung an die Untersuchungen von WILKENS (1963) soll zunächst eine kurze Darstellung des makroskopischen und mikroskopischen Aufbaus der Rinderklaue gegeben werden.

Man unterscheidet auch beim Rind die zentralen Stützteile und den Hautüberzug. Die Stützteile der Rinderklaue sind das Klauenbein, Phalanx III, der distale Teil des Kronbeines, Phalanx II, das Strahlbein, Sesamungulae, der straffe und elastische Bandapparat, sowie die Endsehne des gemeinsamen bzw. langen Zehenstreckers und die des tiefen Zehenbeugers einschließlich der Schleimbeutel, der Bursa podotrochlearis.

Im Aufbau des Hautüberzuges unterscheidet man entsprechend der äußeren Haut von innen nach außen 3 Schichten: Klauenunterhaut (Subcutis), Klauenlederhaut (Corium) und Klauenepidermis.

Der Hautüberzug der Klaue läßt sich topographisch in 5 Segmente unterteilen: Saum, Krone, Wand, Sohle und Ballen, wobei Saum-, Kronen- und Wandhorn die Platte bilden.

2.1.1 Makroskopischer Klauenaufbau

Klauenunterhaut

Die Subcutis ist innerhalb der 5 Segmente unterschiedlich stark entwickelt.

Sie bildet dorsal an der Außenseite jeder Hauptklaue einen schmalen Wulst, das Saumkissen, volar bzw. plantar geht sie unter Verbreiterung in den Ballen über. Sie weist im Bereich des Ballens ihre mächtigste Ausbreitung auf und bildet dort das Ballenkissen, ein elastisches Polster, das der Stoßbrechung dient. An der inter-

digitalen Fläche ist die Subcutis nur schwach entwickelt.

Im Wand- und Sohlensegment stellt die Subcutis als Teil des Periostes die innige Verbindung der Lederhaut mit den zentralen Stützteilen dar.

Klaunenlederhaut:

Das Corium liegt über der Subcutis und den zentral gelegenen Stützteilen.

Die Klaunenlederhaut zeichnet sich durch einen hohen, makroskopisch wahrnehmbaren Papillarkörper aus. Dieser ist im Saum-, Kron-, Sohlen- und Ballenbereich zottenförmig, im Wandsegment blättchenförmig.

Die Klaunenlederhaut bildet im Saumsegment den Saumwulst. Volar bzw. plantar geht die Saumlederhaut unter Verbreitung in die Ballenlederhaut über. Ein deutlicher Falz hebt die Saumlederhaut besonders im Bereich der Seitenwand gegen die Kronlederhaut ab.

Der Papillarkörper der Saumlederhaut ist zottenförmig, die Länge der Zotten beträgt nach WYSSMANN (1902) 1-1,8 mm.

Die Kronlederhaut wird proximal durch die Kronfalzrinne begrenzt, die durch das ihr unterlagerte Kronkissen besonders im Bereich der Außenwand deutlich hervortritt. Der Kronwulst verliert sich nach volar bzw. plantar ohne deutliche Abgrenzung im Ballen.

Der Papillarkörper der Kronlederhaut besteht aus 0,2-0,3 mm langen Zotten.

Die Wandlerlederhaut bildet die distale Fortsetzung der Kronlederhaut. Dieses Lederhautsegment ist über seine Subcutis besonders fest mit dem Knochen des Klauenbeines verbunden, ihr Relief gleicht deshalb genau dem des Klauenbeines. Distal vom Tragrand biegt die Wandlerlederhaut auf die Sohlenfläche um.

Der Papillarkörper der Wandlerlederhaut ist blättchenförmig, jedoch sind die Blättchen im Gegensatz zu denen der Huflederhaut des Pferdes nicht gefiedert und je nach ihrer Lage von unterschiedlicher Größe und Gestalt.

Die größte Höhe erreichen die Blättchen dorsal und seitlich an der Außenwand, nämlich 2,5 mm, durchschnittlich kommen auf 1 mm Lederhaut 9 Blättchen.

Das schmale Segment der Sohlenlederhaut weist einen zottenförmigen Papillarkörper auf.

Die Papillen setzen sich gemäß der Blättchen der Wandlerlederhaut in Reihen fort. Die Zotten weisen eine Länge von 0,2-0,6 mm auf. Im Bereich der Klauenspitze ist die Sohlenlederhaut in Fingerkuppengröße eingedellt.

Die Ballenlederhaut steht proximovolar bzw. proximopltantar direkt mit der Saumlederhaut in Verbindung. Sie wird vom Ballenkissen untergelagert, und besitzt einen zottenförmigen Papillarkörper.

Die Papillarspitze ist häufig geteilt, die Zottenlänge beträgt 0,1-1,5 mm. Im distalen Bereich sind die Zotten in Reihen angeordnet, während sie im

volaren bzw. plantaren Bereich des Ballens eigenartige Wirbel bilden.

Die Lederhautpapillen des Zwischenklauenspaltes sind kürzer, dafür an der Basis breiter und tief längsgerillt, ihre Spitze ist 2- bis 3-geteilt.

c) Epidermaler Klauenschuh

Der verhornte epidermale Klauenschuh entspricht in seinem Innenrelief genau der Oberfläche der Lederhaut, dies hat zu der Bezeichnung Matrize geführt.

Der Klauenschuh stellt ein Schutz- und Stützorgan dar und gliedert sich in Platte, Sohle und Ballen. Die Platte wiederum wird in einen Rückenteil, die gewölbte Außenwand und die konkave Interdigitalwand unterteilt. Dem Rind fehlen deutliche Eckstreben, wie sie beim Pferd vorkommen.

Der proximale Teil der Platte, der Kronrand, gewinnt Anschluß an die behaarte, äußere Haut, die Grenze zwischen Platte und Sohle bildet die weiße Linie. Die Sohle des Rindes ist sehr schmal und bei schlecht gepflegten Klauen nur schwer gegen den Ballen abzugrenzen. Der Ballen schiebt sich auf der Fußungsfläche weit nach kranial. Das Rind ist somit ein Langballer. Volar bzw. plantar tritt der weiche Ballen deutlich in Erscheinung. Weiter kranial ist das Ballenhorn sehr fest. Ein Strahl, wie er beim Pferd vorkommt, fehlt dem Rind.

Die Klauenepidermis gliedert sich in 5 Segmente: Saumepidermis, Kronepidermis, Wandepidermis, Sohlenepidermis und Ballenepidermis.

Saum-, Kron- und Wandepidermis schieben sich von proximal übereinander und bilden die Klauenplatte.

Die Saumepidermis besteht aus sehr weichem Horn, sie bildet die Glasurschicht der Klauenplatte. Die Kronepidermis ist von sehr widerstandsfähigem Horn aufgebaut, sie bildet die Schutzschicht.

Die innerste Epithelschicht des Wandsegments stellt im distalen Plattenteil die Verbindungsschicht dar, sie ist durch Epidermisblättchen gekennzeichnet.

Die Saumepidermis, gebildet auf dem zottenförmigen Papillarkörper der Saumlederhaut, setzt sich aus Röhrchen und Zwischenepithel zusammen. Der Abschub der Zellen erfolgt, in distaler Richtung, wobei die Saumepidermis der Kronepidermis aufgelagert ist.

Die Saumepidermis bedeckt die Schutzschicht der Platte nur im proximalen Viertel, an der Interdigitalwand ist sie schmaler als an der Außenwand. Ihre Außenfläche ist mit Längsrinnen versehen, was ihr ein streifiges Aussehen verleiht. Interdigital geht die Saumepidermis in das Epithel der Haut des Zwischenklauenspalts über.

Das Corium des Saumsegments bildet beim Rind im Gegensatz zum Equidenhuf einen deutlichen Falz aus, der den proximalen Teil der Schutzschicht überdeckt. Der Saum hebt sich gegenüber dem äußeren Hautniveau deutlich hervor. Der proximale Saumbereich ist frei von Haaren und Drüsen.

Die glasharte Kronepidermis gilt als Schutzschicht der Platte. Ihr proximaler, von der Saumepider-

mis bedeckter Teil ist sehr dünn und scharfkantig, in distaler Richtung nimmt sie rasch an Dicke zu, und hält die gleiche Stärke bis zum Erreichen des Tragrandes. Die Stärke nimmt von dorsal nach volar bzw. plantar, mehr noch an der Interdigitalwand, ab. Die interdigitale Kronepidermis ist oberflächlich zerklüftet, auf der Außenwand sind feine, von proximal nach distal verlaufende Linien sichtbar, die jedoch keine Röhrchen darstellen. Die Innenseite der Kronepidermis bildet im Bereich des Kronwulstes die flache, relativ breite Kronrinne, die distalwärts vom Wandsegment überdeckt wird. An Längs- und Querschnitten durch die Schutzschicht werden besonders in der Mittelzone starke Röhrchen angetroffen.

Die Epidermis des Wandsegments stellt die innerste Schicht der Klauenplatte dar und liegt der Kronepidermis innen an. Die Epidermisplättchen sind im Gegensatz zum Pferdehuf nicht gefiedert, zentral verhornt, und bleiben durch intakte Epithelzellen mit dem blättchenförmigen Papillarkörper der Wandlerhaut verbunden. Sie greifen zwischen die Blättchen der Lederhaut ein. In den distalen zwei Dritteln des Wandsegments wird über den freien Rändern der Lederhautblättchen, aber auch suprafoliär Epithel gebildet, das als Füllmaterial zwischen die Epidermisblättchen eingelagert ist.

Die Dicke der Epidermis ist distalwärts nahezu gleichbleibend. Die geringe Zellproduktion über dem Wandcorium führt zu der Bezeichnung Sterilbett, da die Epidermis nahezu ausschließlich über der proximalen Wandlerhaut gebildet wird.

Am Tragrand auf der Sohlenfläche tritt die Wandepidermis als weiße Linie in Erscheinung. Diese tritt beim Rind nicht so deutlich in Erscheinung wie beim Pferd,

da die Schutzschicht meist nicht pigmentiert ist. Zwischen den Epidermisblättchen befinden sich sohlenwärts die über den zottenförmigen Papillen gebildeten, in Reihen gelagerten Röhrchen. Sie drängen die über sie distalwärts abgeschobenen Epidermisblättchen auseinander.

Zwischenepithel und Röhrchen sind in ihrem Gefüge weicher und lockerer als die Wandepidermis und von weißlicher Farbe.

Das epidermale Sohlensegment der Rinderklaue ist nur sehr schmal, etwa so breit wie die weiße Linie. Es läuft an der interdigitalen Wand in halber Wandhöhe aus. Es grenzt plattenwärts an die Wandepidermis, caudal geht es in die Ballenepidermis über. Entsprechend dem zottenförmigen Papillarkörper besitzt es Röhrchen, die in Reihen angeordnet sind. Sie verleihen der Sohlenepidermis ein streifiges Aussehen.

Die Ballenepidermis stellt den überwiegenden Teil der Sohlenfläche dar, und sie bedeckt auch den vorgewölbten Ballenwulst.

Da beim Rind die Fußungsfläche nicht wie beim Pferd gewölbt, sondern plan ist, und die gesamte Fläche das Gewicht trägt, sind diese Epidermissegmente sehr dick.

Volar und plantar umgreift die Ballenepidermis den Ballenwulst. Proximovolar bzw. plantar nimmt die Ballenepidermis direkt Kontakt mit der Saumepidermis auf. Die Ballenepidermis setzt sich aus Röhrchen und Zwischenepithel zusammen.

Die Röhrchen sind klauenspitzenwärts geneigt und bilden mit der Fußungsfläche einen spitzen Winkel.

Besonders über den Ballenwulst zeigen sie eine Schlängelung. Eine exakte Reihenanordnung findet sich in unmittelbarer Nähe der Sohlenepidermis.

2.1.2 Mikroskopischer Klauenaufbau

KRZYSLAK beschreibt 1919 aufgrund seiner histologischen Untersuchungen über die Klauenhaut des Rindes die Klauenepidermis nach anatomischen und histologischen Gesichtspunkten. Er bezeichnet die Klauenepidermis schon als Modifikation der behaarten äußeren Haut, des Integumentum commune und erkennt die Dreiteilung der Platte in Saum-, Kron- und Wandlederhaut. Er stellt weiterhin fest, daß die Saumlederhaut distalwärts die Glasurschicht produziert, die Kronlederhaut die eigentliche Schutzschicht, an die sich lederhautnah die Blättchenschicht anschließt.

Die Stärke der Schutzschicht gibt er an der Lateralwand mit 8 mm an. Aufgrund seiner mikroskopischen Untersuchungen stellt KRZYSLAK fest, daß das Horn aus Röhrchen und Zwischenhorn besteht, und daß der Unterschied beider Hornarten durch ihren verschiedenen Ursprung hervorgerufen wird, je nachdem, ob das Horn an der Zottenoberfläche aus supra- oder interpapillären Epidermiszellen besteht. Die Epidermiszellen verhornen peripher der Zotten und nehmen so die Gestalt von Hornsäulen an, die Lumina dieser Hornröhrchen sind mit locker gefügten Zellen, die peripherwärts zerfallen, angefüllt.

Die Funktion des Zwischenhorns sieht KRZYSLAK (1919) darin, daß es die Hornröhrchen zu einer festen Masse verbindet. Schon KRZYSLAK sieht, daß die Hornröhrchen in den einzelnen Epidermisschichten unterschiedliche Form aufweisen, so daß sie z. B. an der Peripherie durch zentralen Druck flacher werden. Er gibt den Durchmesser der Einzelröhrchen mit 0,07 mm an. Außerdem stellt

er fest, daß beim Rind im Gegensatz zum Pferd keine Doppelröhrchen, die von einem gemeinsamen Mantel umschlossen sind, vorkommen.

BRUHNKE, aus der Hannoverschen Schule, stellte 1939 vergleichende mikroskopische Untersuchungen über den Hornaufbau der Equiden und Klauentiere an.

Da bei ihm auch das Hornerweichungsverfahren nach DRAHN (1927) versagte, wählte er die Gefrierschnittmethode.

Er fand beim Pferd eine typische Dreiteilung der Kronepidermis heraus, wobei er in der Mittelzone neben den relativ großen Hornröhrchen, Doppelröhrchen fand, bei denen jeder Markraum für sich konzentrisch von Mantelzellen umschlossen ist. Beim Rind konnte er diese klare Dreiteilung der Epidermis nicht nachweisen.

Genaue Untersuchungen über den mikroarchitektonischen Aufbau der Hornröhrchen am Pferdehuf stellte NICKEL (1939) an. Er fand heraus, daß der Aufbau der Röhrchen ihrer mechanischen Belastung entspricht. In der Röhrchenrinde wies er drei Rindenzonen mit verschiedenen steil spiralig gewundenen Zellstrukturen, den Tonofibrillen nach.

Im Zentrum beschreibt er den Markraum mit abgestorbenen Epithelzellen. NICKEL (1939) fand heraus, daß sich die vorwiegend steilgewinkelten, tragfähigen Röhrchen in der Innenzone der Schutzschicht finden, während die flachgewinkelten, die mehr radiär vom Zwischenhorn beansprucht werden, vornehmlich in der Peripherie der Schutzschicht vorkommen. Nach NICKEL (1939) sind in erster Linie die Hornröhrchen für die Stabilität des Hornes verantwortlich.

WILKENS führte 1963 die Untersuchungen NICKELS über den Tonofibrillenverlauf in der Röhrrchenwand fort. Nach WILKENS sind die Hornröhrrchen nicht nur für die Mechanik und damit die Widerstandsfähigkeit des Horns verantwortlich, sondern dienen zusätzlich als Leitungsbahnen für die Versorgung des mehrschichtigen Plattenepithels.

WILKENS (1963) führte polarisationsoptische Untersuchungen an der Rinderklaue durch und fertigte Gefrierschnitte von Rinderklauen der Rasse Deutsche Schwarzbunte an.

WILKENS (1963) untersuchte den Fibrillenverlauf in den einzelnen Schichten der Platte, der Sohle und des Ballens. Neben den Verlaufsrichtungen der Fibrillen in der Hornröhrrchenrinde gibt er genaue histologische Beschreibungen über das Vorkommen sehr unterschiedlicher Röhrrchenformen in den einzelnen Schichten der Klauenepidermis. Für den Verlauf der Tonofibrillen stellt WILKENS (1963) zusammenfassend fest, daß übereinstimmend bei allen Röhrrchen der verschiedenen Epidermissegmente sich die Tonofibrillenzüge in der Röhrrchenwand zirkulär-tangential um das Mark schlängeln. Er kann jedoch die Theorie NICKELS vom lammellären Bau der Huf-Röhrrchenwand mit unterschiedlich steil gewinkelten Zellsträngen nicht bestätigen. Nach WILKENS (1963) verlaufen die Tonofibrillen in den Hufepithelzellen in allen 3 Richtungen des Raumes ohne einheitliches Ausrichtungsprinzip. Sie bleiben in ihrer Ausdehnung auf die einzelne Epithelzelle beschränkt. An den Zellgrenzen enden die Tonofibrillen in den Desmosomen, den Haftpunkten benachbarter Epithelzellen.

In Anlehnung an diese Untersuchungen von WILKENS (1963), wird der mikroskopische Aufbau der Rinderklauenepidermis kurz geschildert.

Die Klauenepidermis besteht histologisch aus einem mehrschichtigen Plattenepithel, das sich durch starke Verhornung auszeichnet. Bemerkenswert ist, daß im Kron- und Wandsegment das Stratum granulosum stets fehlt. Auf die zylindrischen Zellen des Stratum basale folgen direkt die Zellen des Stratum lucidum und oberflächenwärts das Stratum corneum.

Im Ballensegment dagegen erfolgt die Verhornung stets über ein Stratum granulosum, das dem Stratum spinosum nachgeschaltet ist. Auffällig ist, daß ein Stratum granulosum an den Stellen fehlt, an denen besonders widerstandsfähiges Horn gebildet wird, das stark mechanisch beanspruchbar ist.

Ein hoher Papillarkörper bildet die Verbindung zwischen Lederhaut und Hornschuh. Im Vergleich zur äußeren Haut reicht der Papillarkörper tiefer in das Epithel hinein.

Die peripapillären Epithelzellen bilden die Röhrrchenrinde, die suprapapillären Zellen das Röhrrchenmark, interpapillär wird das Zwischenepithel, d. h. das Zwischenhorn gebildet, das eine typische Zellformation bildet.

Zwischen den Lederhautblättchen finden sich Epidermisblättchen, die im Gegensatz zum Pferdehuf ungefedert sind.

Die Röhrrchen der Saumepidermis sind indem an die Kronepidermis angrenzenden Bereich besonders groß und heben sich klar gegen das Zwischenhorn ab.

Die dünneren Röhrrchen der breiten Außenzone der Saumepidermis, die zumeist parallel zur Oberfläche abgeflacht sind, heben sich nicht so klar wie die großen Röhrrchen der Innenzone gegen das Zwischenhorn ab. Die Fibrillenzüge in der Wand sämtlicher Röhrrchen der Saumepidermis zeigen zirkulär-tangentialen Faserverlauf, wobei in der Rinde der Röhrrchen der Innenzone ein dichteres Fasergeflecht vorkommt.

Die Röhrrchen der Kronepidermis unterscheiden sich in ihrer Größe und Form stark innerhalb der Außen-, Mittel- und Innenzone. In der Außenzone finden sich sehr dünne, an den Enden spitz auslaufende Röhrrchen, die sich nicht eindeutig gegen das Zwischenhorn abgrenzen lassen.

Das Zwischenhorngewebe liegt in breiten gewellten Bahnen zwischen den Röhrrchen und bildet mit ihnen an den Enden spitz auslaufende Winkel.

Die Röhrrchen der Mittelzone der Kronepidermis sind die größten der gesamten Schutzschicht. Peripher sind sie im Querschnitt oval, während sie wandeinwärts eine nahezu runde Form annehmen. Die Röhrrchen werden von den Fibrillenzügen des Zwischenhornes wellenartig verflochten. Die zirkulär-tangential angeordneten Tonofibrillenbündel der Rindenzone geben Faserbündel an das Zwischenhorngewebe ab.

In der Innenzone der Kronepidermis finden sich stark komprimierte, wesentlich kleinere Röhrrchen, deren Markzone kompakt erscheint. Die Markzellen sind noch nicht degeneriert. Typisch ist die Anordnung dieser Röhrrchen in Reihen, wobei der Abstand zwischen den Reihen

stark variiert. Die Fibrillenbündel der Rindenschicht geben starke Fasergeflechte an das Zwischenhorn ab, womit die Grenze zwischen Röhrrchen und Zwischenhornepithel sehr unklar wird.

Die größten Hornröhrrchen überhaupt finden sich in der Sohlenepidermis, jedoch variiert ihre Größe sehr stark. Die Form aller Röhrrchen der Sohlenepidermis ist im Querschnitt rund. Typisch für diese Röhrrchen ist die sehr breite Markzone und die sehr unterschiedlich ausgeprägte Rindenzone. Auffällig ist außerdem eine Anordnung in Reihen. Die Abgrenzung der Röhrrchen gegen das Zwischenhorn ist nur undeutlich, sie werden vielmehr von den Faserzügen des Zwischenhornepithels zopfartig umflochten. Die Fibrillenzüge weisen dabei zwei vorwiegend aufeinander rechtwinklig zusammenstoßende Richtungen auf, senkrecht und parallel zur Röhrrchenachse.

Die Tonofibrillen der Rindenschicht dieser Röhrrchen geben starke Züge an das Zwischenhorn ab.

Die Verlaufsrichtung der Klauenröhrrchen der Ballenepidermis ist im Klauenspitzenbereich gegen die Sohlenfläche geneigt. Der Anteil der Markzone ist bei diesen Röhrrchen sehr unterschiedlich. Die Faserzüge des Zwischenhorns zeigen vorwiegend zwei sich rechtwinklig schneidende Verlaufsrichtungen.

Im volaren- bzw. plantaren Ballenhorn zeigen die Röhrrchen einen zur Fußungsfläche bogigen Verlauf, wobei die Anordnung der Röhrrchen in Reihen auffällig ist. Die peripher liegenden Röhrrchen weisen dabei, ähnlich wie in der Kronepidermis, einen ovalen Querschnitt auf. Der Faserverlauf ist zirkulär - tangential um das Röhrrchenmark herum. Die Fibrillenzüge des Zwischenhorns sind flach gewellt. Die Klauenröhrrchen lassen sich zusammen-

fassend in zwei Gruppen einteilen, nämlich die über den stärkeren Lederhautpapillen gebildeten Röhrrchen der Saum- und Sohlenepidermis mit großem Querdurchmesser und die über den dünneren Lederhautpapillen gebildeten kleinlumigen Röhrrchen der Kronepidermis, des größten Teiles der Sohlenepidermis und die Röhrrchen der Ballenepidermis.

2.2 Beziehung zwischen Struktur und Qualität des Klauenhorns

2.2.1 Strukturmerkmale, Wasserbindung, Pigment

TSCHERNE untersuchte 1910 die Beziehung zwischen Hornqualität und Mikroarchitektur am Pferdehuf. Er stellte fest, daß bei qualitativ gutem Horn viele Röhrrchen relativ dicke Rindenteile und einen engen Markraum besitzen, wohingegen bei schlechtem brüchigen Horn wenig Röhrrchen mit schwachem Rindenanteil zu finden sind.

Nach SCHRÖDER (1970), MAUSKE (1971) und KAUL (1971) sind für die Hornqualität dabei folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. Anzahl der Röhrrchen je mm²
2. Quotient Röhrrchenmark zu Röhrrchenrinde
3. Abgrenzung der Hornröhrrchen gegen das Zwischenhorn
4. Pigmentierung des Horns.

Schröder (1970), Mauske (1971) und Kaul (1971) sind dabei der Ansicht, daß die Röhrrchenzahl und Röhrrchengröße prinzipiell genetisch fixiert sind.

GÜNTHER (1974) hebt die histologische Untersuchung des Klauenhorns mit exakter Bestimmung seiner Mikroarchitektur als objektivste Methode der Qualitätsbestimmung vom Horn hervor. Er entnimmt die Proben aus der weitesten Stelle der Seitenwand im Bereich des Tragrandes und wählt die Gefrierschnittmethode nach vorheriger Hornerweichung nach dem Verfahren von DRAHN (1927). Bei eintretender Quellung wird das Hornerweichungsverfahren fraktioniert unterbrochen, die Hornstückchen werden in eine gesättigte Natriumsulfatlösung gelegt. GÜNTHER (1974) bemerkt dabei, daß die histologische Untersuchungsmethode zur Zeit noch nicht ausgereift ist und noch einer weiteren forschungsmäßigen Bearbeitung bedarf.

Bei seinen Auswertungen der Röhrchenzahl je Flächeneinheit kommt er zu dem Schluß, daß die Hornröhrchenzahl je Flächeneinheit mit dem Alter der Tiere absinkt, die Röhrchendurchmesser jedoch ansteigen.

Hornwachstum und Hornqualität und damit die Hornabnutzung sind nach SCHLEITER und GÜNTHER (1967) abhängig vom Feinbau, dem Wasseraufnahmevermögen und der Pigmentierung des Hornes. SCHLEITER und GÜNTHER (1967) kommen in ihren Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß die Hornqualität entscheidend abhängig von der Anzahl der Hornröhrchen je mm^2 ist. Je größer die Anzahl der Röhrchen je mm^2 ist, umso stabiler ist das Horn.

SCHLEITER und GÜNTHER (1967) stellen weiterhin fest, daß sich das Horn bei physiologischer Belastung umso schneller abnützt, je schneller sein Wachstum und je geringer seine Pigmentierung ist.

Nicht nur die Röhrchenzahl, auch ihre Größe und das Verhältnis Markraum zu Rindenanteil, haben einen Einfluß auf die Widerstandsfähigkeit des Klauenhorns.

PIETZSCH und SCHAUER (1971) fanden heraus, daß im Sohlenhorn schlecht gepflegter Rinderklauen der Wassergehalt erhöht ist und bis zu 69 Prozent beträgt.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt dabei der Anteil der Zwischenhornsubstanz. Sie bestimmt maßgeblich den Wassergehalt des Klauenhorns. CAMARA (1971) trocknete Klauen durch Branntkalk und konnte einen um 24 % reduzierten Abrieb gegenüber ungetrockneten feststellen, was die Bedeutung des Wassergehalts für die Widerstandsfähigkeit des Klauenhorns unterstreicht.

Diese Eigenschaft des Hornes, Wasser reversibel zu binden, beruht auf seiner mikroskopischen Struktur einerseits, und dem biochemischen Aufbau andererseits (DIETZ, CÄNCEL, KOCH 1971). Das Horn gehört zu den Gerüsteiweißen, es enthält vornehmlich Keratin, ein Skleproprotein.

Dieses β -Keratin, ein fibrilläres Protein ist wasserunlöslich, zeichnet sich jedoch aufgrund seiner Faltblattstruktur durch enorme Quellbarkeit aus. Durch Wassereinlagerung wird diese Zickzack- oder Faltblattstruktur auseinandergezogen. Die unterschiedliche Mikrostruktur des Klauenhorns, die die Elastizität und Härte bestimmt, ist also reversibel beeinflussbar.

2.2.2 Unterschiede in der Lokalisation, genetische und leistungsbedingte Unterschiede

KNEZEVIC (1959) stellt bei seinen Untersuchungen über gewisse das Hornwachstum beschleunigende Pharmaka fest, daß das Klauenhorn an den Hinterextremitäten stärker wächst als vorne und daß die medialen Klauen die lateralen an Wachstum übertreffen.

Demgegenüber findet PRENTICE (1973) bei seinen Abriebversuchen (-allerdings an sehr geringem und unterschiedlich altem Tiermaterial-), daß die Vorderextremitäten die Hinterextremitäten im Klauenwachstum übertreffen, und übereinstimmend mit den Ergebnissen von KNEZEVIC (1959), daß die medialen Klauen stärker wachsen als die lateralen.

Unterschiede im täglichen Hornzuwachs und seinem Abnutzungsgrad fand SCHMIDT (1973) beim Vergleich zwischen Außen- und Innenklauen. Die tägliche Hornzubildung, aber auch der Abnutzungsgrad, war an den Medialklauen an Vorder- und Hinterextremitäten höher als an den Lateralklauen.

Auch PFLUG (1978) bestätigt bei seinen Abriebversuchen, daß gewisse, wenn auch bei seinem Material nicht signifikante Unterschiede in den Abriebwerten der Vorder- und Hinterextremitäten bestehen. Die Klauen der Hinterextremitäten zeigen bei allen Tieren weniger Abrieb.

SCHRÖDER fand 1970 bei seinen Untersuchungen, daß die Röhrchenzahl an den verschiedenen Lokalisationen der Klaue sehr unterschiedlich ist. Auch MAUSKE stellte 1971 fest, daß deutliche Unterschiede im Aufbau des Klauenhorns an Sohle und Ballen bestehen. Das Ballenhorn zeigte eine deutlich geringere Hornröhrchenzahl je mm^2 als das Sohlenhorn.

Für die geringe Stabilität des Sohlenhorns im Vergleich zur Epidermis der Vorderwand sprechen z. B. die geringe Zahl der Hornröhrchen je mm^2 an der Sohle und die relativ weiten Markräume, die in der Lage sind, schwammartig Wasser aufzunehmen (GRAVERT, 1977).

Diese mikroskopischen Beurteilungskriterien decken sich auch mit den Abriebversuchen und Feuchtigkeitsmessungen von PIETZSCH und SCHAUER (1971). Horn aus dem Sohlen- und Ballenbereich weist einen höheren Wassergehalt und weniger Röhrchen je Flächeneinheit auf, ist also aufgrund seiner Mikrostruktur weniger widerstandsfähig als das röhrchenreiche Horn der Vorderwand.

DIETZ und KOCH stellten 1972 vergleichende histologische Untersuchungen über die Hornqualität des Harzer Rindes und des Schwarzbunten Rindes an. Sie fanden beim Harzer Rind eine deutlich höhere Zahl, geringere Röhrchendurchmesser und eine bessere Abgrenzung von Hornröhrchen und Zwischenhorn. Neben diesen Parametern sehen sie in der Pigmentierung ein wesentliches Kriterium der Widerstandsfähigkeit des Klauenhorns.

DIETZ und KOCH (1972) sind der Ansicht, daß sich die Leistung der Tiere erheblich auf das Hornwachstum auswirkt. Eine Steigerung der Milchleistung und des Fleischansatzes wirken sich zu Ungunsten des Hornwachstums aus. Bei Hochleistungskühen ist nach ihren Untersuchungen monatliche Hornzubildung am geringsten, bei Kühen mit mittlerer Leistung am größten.

Auch GRAVERT (1977) stellt in seinen Abriebversuchen fest, daß zwischen den Nachkommen verschiedener Bullen erhebliche Unterschiede in der Hornqualität bestehen und daß eine Züchtung auf härtere Klauen mit entsprechender Nachkommenprüfung möglich wäre.

Eigene Untersuchungen

3. Material

Die histologischen Untersuchungen werden an den Klauen der Söhne von Prüfstieren verschiedener bayerischer Besamungsstationen durchgeführt.

Bei den Vatertieren sind die beiden Rassen Fleckvieh und Braunvieh (durchwegs mit einem Brown-Swiss Blutanteil) in unterschiedlichem Verhältnis vertreten. Je Vatertier werden durchschnittlich 12 Söhne im Alter von 30 Tagen angekauft und an der Nachkommenprüfanstalt in Westerschondorf bis zum Alter von 450 bzw. 500 Tagen gemästet. Die Tiere bringen bei der Schlachtung ein Körpergewicht zwischen 500 und 600 kg auf die Waage. Die Haltungsform und Fütterung ist bis zum Lebensalter von 1 Jahr bei allen Mastbullen einheitlich, eine Klauenpflege wird grundsätzlich nicht durchgeführt.

Die Kälber werden 6 Wochen lang mit Milchaustauscher getränkt. Zusätzlich erhalten sie einen Kälberstarter und Heu.

Die Grundfütterration bei den Mastbullen besteht aus Maissilage und ca. 1 kg Heu.

Als Kraftfutter erhalten die Bullen handelsübliches Fertigfutter (Bullenkorn), das mit Getreideschrot ergänzt wird. Ausreichende Mineralfuttermgaben und Salzlecksteine ergänzen die Ration.

Während der ersten 6 Wochen stehen die neuzugekauften Kälber in Anbindehaltung auf Stroheinstreu, danach werden sie in Gruppen zu 12 Tieren im Tieflaufstall gehalten. Als Einstreu in den Boxen dienen Stroh, Hobelspäne und Sägemehl.

Ab dem 196. Tag bis zu einem Jahr kommen alle Mastbullen in einen Boxenlaufstall mit Vollspaltenboden.

Ab einem Jahr bis zur Schlachtung werden die Tiere in 2 Gruppen aufgeteilt: Eine Gruppe bleibt im Vollspaltenbodenlaufstall, die andere wird in Anbindehaltung in einem Kurzstand mit Teilspaltenboden gehalten.

Bei den histologisch untersuchten Tieren ist das Fleckvieh mit 436 Söhnen aus 34 Vatergruppen, das Braunvieh mit 89 Söhnen aus 10 Vatergruppen vertreten (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1 Verteilung der Tiere auf die beiden
Haltungsformen:

Haltungsform	FV Anzahl der Söhne	BrV Anzahl der Söhne
Vollspalten	206	50
Teilspalten	230	39

Vor der Schlachtung werden die Tiere einer klinischen Beurteilung der Gliedmaßenstellung von vorne bzw. hinten und von der Seite unterzogen.

Besonderes Augenmerk wird dabei auf eine eventuelle Steilstellung im Tarsalgelenk und auf pathologische Klauenformen, wie Spreizklauen, Scherenklauen, Rollklauen etc. gerichtet. Einzelheiten hierzu sind bei SCHNEIDER (1980) beschrieben.

Nach der Schlachtung werden die distalen Extremitätenenden jedes Bullen numeriert und einzeln verpackt.

Mit Hilfe einer Bandsäge wird die Extremitätenspitze, Phalanx I-III, von den proximalen Teilen abgesetzt und anschließend die laterale Klaue von der medialen im Interdigitalspalt mit einem Messer getrennt.

4.1

Probenentnahme:

Die Einzelklauen werden in einer speziell dafür entwickelten Haltevorrichtung auf einem Bohrstander eingespannt (siehe Übersichtsaufnahme, Abb. 3). Mit Hilfe einer Lochsäge wird eine Probe von 20 mm Durchmesser aus der Klauenepidermis herausgeschnitten. Es wird dabei ein gehärtetes Stahlsägenband von mittelgrober Zahnung verwendet. Die Entnahme mit Hilfe eines Lochfräasers hat sich wegen zu großer Hitzeentwicklung nicht bewährt.

4.2

Wahl der Extremität

Die Klauen wurden entsprechend Abbildung 1 zur Probenentnahme herangezogen:

I vorne rechts lateral

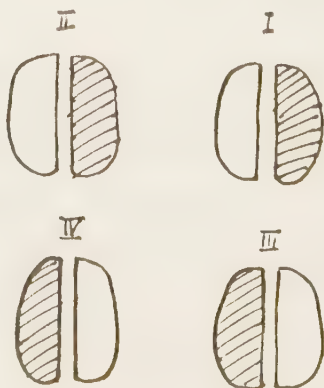
II vorne links medial

III hinten rechts medial

IV hinten links lateral

schraffiert = zur Untersuchung herangezogene Klaue

Abb.1 Wahl der Extremität



Für die histologische Untersuchung wird pro Tier jeweils eine Probe abwechselnd an Vorder- und Hinterextremität bzw. Außen- und Innenklaue herangezogen.

4.3 Wahl der Lokalisation an der Einzelklaue

Im Vorversuch wird die Klauenepidermis an 3 verschiedenen Stellen der Platte untersucht:

- 1 dorsal
- 2 lateral
- 3 medial

Abb:2 Probeentnahmestellen an der Einzelklaue

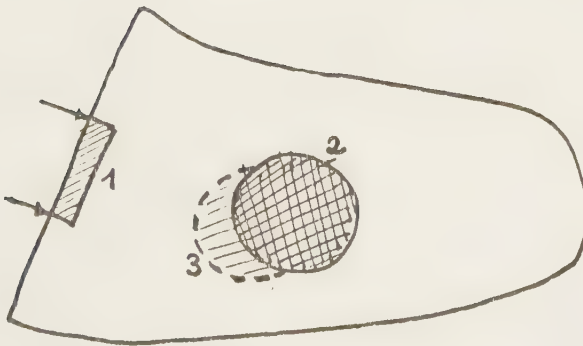


Abb: 3 Haltevorrichtung für die Probenentnahme an der Klaue.

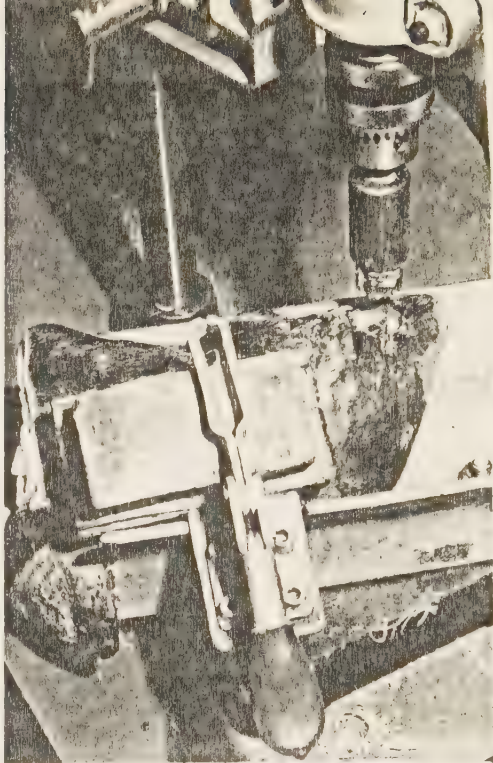
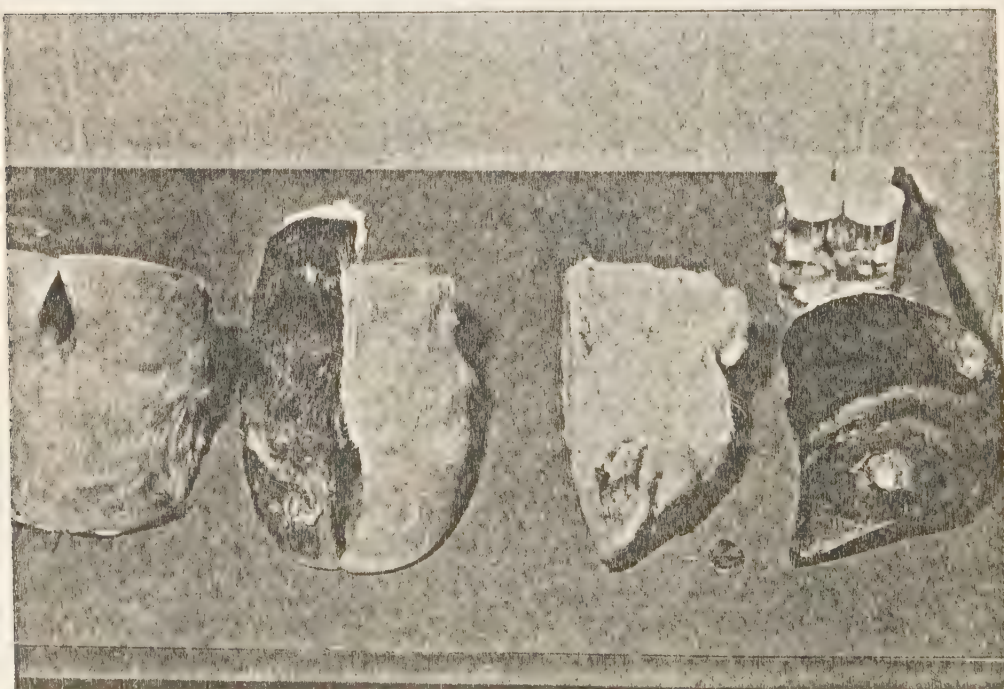


Abb: 4 Die Lokalisationen für die Probeentnahme werden in dieser Aufnahme demonstriert.

Im Vordergrund der bereits aus der Kronepidermis ausgestanzte Hornzylinder.



Beim Heraussägen des Hornzylinders ist darauf zu achten, daß eine Drehzahl von 1500 U/Min nicht überschritten wird, da sonst das Horn infolge Hitzeentwicklung denaturiert wird.

Der Hornzylinder wird von der Lederhaut mit einem scharfen Gegenstand (Meißel) abgehoben und anschließend in Schafferlösung über mehrere Tage fixiert.

4.4 Einbettung:

Zur Einbettung wird aus dem in Schafferlösung fixierten, runden Hornzylinder ein ca. 8 mm breites Hornstück herausgestanzt. Wichtig ist dabei, daß die Hornröhrchen genau senkrecht zu ihrer Verlaufsrichtung getroffen werden.

Methoden der histologischen Einbettung

Paraffineinbettung mit vorheriger Hornerweichung
Die Methoden der Hornerweichung nach DRAHN (1927) und nach PFLUG (1978), der mit einem Gemisch aus Ameisensäure und 10 %igem Formalin im Verhältnis 70 : 30 arbeitete, führten zu keinem befriedigenden Ergebnis.

Zwar war eine Erweichung des Hornes möglich, jedoch führte die für die histologische Einbettung notwendige Entwässerung in steigender Alkoholreihe zu einer solchen Härte des Klauenhorns, daß ein Schneiden am Mikrotom unmöglich war.

BRUHNKE (1931) und WILKENS (1963), bei denen die Methode der Hornerweichung ebenfalls versagte, wählten die Gefrierschnittmethode für die Herstellung ihrer 10-15µm starken Klauenschnitte.

Wir gaben dem Verfahren nach BURKHARDT (1966), der Einbettung in Methacrylat, einem polymerisierenden Kunstharz den Vorzug.

Dieses Verfahren ist zwar relativ aufwendig und kostspielig, macht jedoch eine vorhergehende Horn-erweichung, die letztendlich zur Quellung mit Artefakt-bildung führt, überflüssig.

Ein weiterer Vorteil gegenüber der Gefrier-schnittmethode ist, daß von dem Acrylatblock jederzeit zusätzlich Schnitte angefertigt werden können.

Die Einbettung in Methacrylat erzielte als einzige Methode konstant vergleichbare und qualitativ hochwertige Schnitte.

Die histologische Bearbeitung gliedert sich bei dem Verfahren nach BURKHARDT (1966) in folgende Schritte:

Fixierung in Schafferlösung über 16-20 Stunden

Formaldehyd 35 %	50 ml
Methanol abs.	96 ml
isoton. Glucose-Phosphat-Puffer (pH 7,4)	4 ml

Entwässern in Methanol

Die Proben werden in Methanol, welches insgesamt 6 mal in unterschiedlichen Zeitabständen gewechselt wird, entwässert.

Einbettungsgemisch

Methacrylsäuremethylester	10,0 ml
Plastoid N	2,5 ml
Benzoylperoxyd (getrocknet)	350,0 mg

Die Proben werden zur Einbettung in flüssiges Methacrylat verbracht, das in unterschiedlichen Zeitabständen gewechselt wird.

Nach jedem Wechsel des Einbettungsmediums wird das Arzneimittelfläschen offen in einen Exsikkator mit einem Unterdruck von 15 mm Hg-Säule und unter Zusatz einer hygroskopischen Substanz gestellt.

Nach dem 6. Wechsel wird über Nacht evakuiert, das Fläschchen anschließend zugestöpselt und in ein Wasser-Bad mit 28°C gestellt. In diesem Wasser-Bad läuft die Polymerisation innerhalb 1-2 Tagen ab, danach werden die Acrylatzylinder noch für 2 Tage in den Trockenschrank bei 50-60°C verbracht.

Während der gesamten Einbettungszeit müssen die Proben im Dunkeln stehen.

Schneiden:

Von dem Acrylatblock werden auf einem Hartschnittmikrotom 3,5 µm starke Schnitte angefertigt.

Vorbereitung der Objektträger

Objektträger über Nacht in 4 %iger NaOH stehen lassen, mit fließendem Wasser abspülen und kurz in 2 %iger HCl neutralisieren. Erneut gut mit Wasser abspülen.

Die Objektträger werden danach in eine erwärmte Gelatinelösung getaucht und trocken geschleudert.

Gelatinelösung:

6,75 Gelatine in 1500 ml Aqua dest bei 60°C lösen;
58 ml 4 %iges Chromalaun (Kaliumchrom-III-sulfat)
zugeben,
einige Kristalle Thymol zur Konservierung,
3-5 Tropfen Detergens (z. B. Pril) zugeben.

Wegen der hohen Elastizität des Klauenhorns war es erforderlich, die Schnitte an Stelle der 3 %igen Essigsäurelösung nach dem Verfahren von BURKHARDT in einer konzentrierten Gelatinelösung aufzufangen und dort einige Minuten einzuweichen.

Die Schnitte werden sorgfältig aufgezogen und einer Ladewigfärbung unterzogen.

4.5 Beschreibung der Parameter

a) Nach den Untersuchungen von TSCHERNE (1910), KIND (1961), GÜNTHER (1967), DIETZ und KOCH (1972) steht die Anzahl der Hornröhrchen je Flächeneinheit, sowie ihre Größe in direktem Zusammenhang mit der Hornqualität.

Diese Untersuchungen sind Anlaß dafür, als erstes Beurteilungskriterium die Anzahl der Hornröhrchen je mm² mit Hilfe eines Netzkulars bei 100facher Objektvergrößerung zu bestimmen.

b) Neben der Röhrchenzahl ist auch ihre Größe von statodynamischer Bedeutung für die Stabilität des Klauenhorns, es wird deshalb mit Hilfe eines an das optische System eines Mikroskops angepaßten elektronischen Meßgerätes (MOP - Digiplan der Fa. Kontron) bei 160facher Objektvergrößerung (16er Objektiv, 10er Okular) der

Querdurchmesser und die Fläche von 40 bzw. 50 Einzelröhrchen je Schnitt bestimmt (vgl. Abbildung 5).

c) Rechnerische Bestimmung des Zwischenhornanteils

Der Anteil des Zwischenhornepithels errechnet sich aus der Fläche eines Quadratmillimeters abzüglich der Gesamtfläche der Hornröhrchen auf einem Quadratmillimeter nach der Formel

$$F = 1 - n (R \times F_E)$$

R = Röhrchen
F_E = Fläche der Einzelröhrchen

4.6 Suche nach einer geeigneten Lokalisation

Die Epidermis ist an den 5 Segmenten der Klaue unterschiedlich stark ausgebildet.

An der Platte weist die dorsale Kronepidermis eine Stärke von 5-10 mm auf, während die Hornwanddicke gegen die Eckstreben zu um 1-2 mm abnimmt.

Für die Auszählung der Hornröhrchen und ihre planimetrische Vermessung wurde von den 3 Lokalisationen (vgl. Abb. 2) die dorsale ausgewählt, da sich die Klauenepidermis an der Dorsalseite neben ihrer Stärke noch durch die Gleichförmigkeit in der Röhrchengröße und Form auszeichnet. Außerdem ist bei dieser Lokalisation eine optimale Abgrenzung der Einzelröhrchen gegen das Zwischenhornepithel möglich.

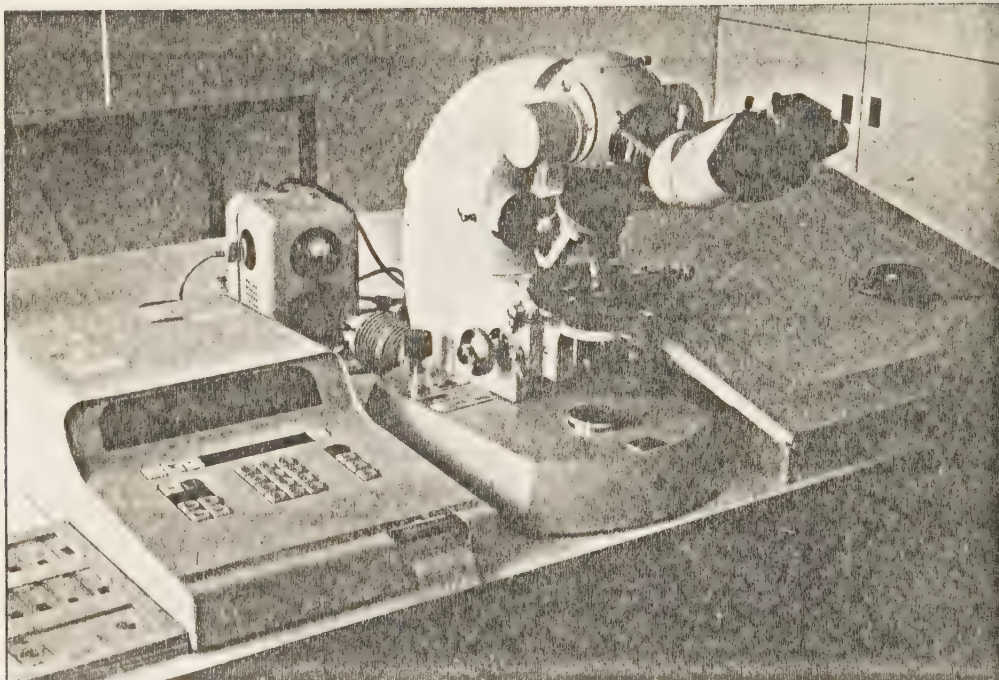


Abb: 5 Das für die planimetrische Vermessung der Hornröhrchen verwendete Instrumentarium. An ein Zeiss-Universal-Mikroskop ist die MOP-Meßeinheit adaptiert. Die auf dem Objektträger fixierte Struktur wird auf das Tablett in der rechten Bildhälfte projiziert und dort mit dem Cursor (rechts unten) abgefahren. Die Funktion wird zuvor auf der Maßeinheit (links) programmiert. Sie gibt auch die Meßgröße mit ausreichender Genauigkeit an.

Die Methode der Einbettung in flüssiges polymerisierendes Kunstharz nach BURKHARDT (1966) ist im Vergleich zur herkömmlichen Einbettung in Paraffin eine relativ arbeitsaufwendige und kostspielige Methode, brachte jedoch als einzige konstant qualitativ gute Klauenschnitte, wie sie für die elektronische Vermessung unbedingt erforderlich sind.

Im Gegensatz zu der Paraffineinbettung, die größtenteils automatisch abläuft (Autotechnikon), erfordern bei der Acrylathistologie die einzelnen Schritte der Entwässerung und Einbettung einen höheren Aufwand an Zeit.

In Ergänzung zu dem Verfahren nach BURKHARDT (1966) war wegen der hohen Elastizität des Klauenhorns, beim Aufbringen der Schnitte auf den Objektträger eine vorherige Beschichtung der Glasoberfläche mit konzentrierter Gelatinelösung erforderlich. Im Vergleich dazu ergaben unsere Vorversuche, daß die von DRAHN (1927) und PFLUG (1978) beschriebenen Hornerweichungsverfahren die Struktur der Klauenepidermis durch Quellung enorm veränderten.

Durch die nachfolgende Entwässerung in aufsteigender Alkoholreihe wurde diese Struktur weiter verändert.

Die verstärkte Gelatinebeschichtung brachte als unerwünschte Nebenwirkung beim Färben Farbniederschläge mit sich, die die mikroskopische Auswertung der Schnitte erschweren können.

BRUHNKE (1931) und WILKENS (1963), bei denen die Methoden der Hornerweichung ebenfalls versagten, wählten deshalb die Gefrierschnittmethode für die Herstellung ihrer 10-15 μm starken Klauenschnitte. Wir gaben der Methode nach BURKHARDT (1966) den Vorzug, da die Schnittdicke und -qualität besser ist und es später auch jederzeit möglich ist, von dem in Kunstharz eingegossenen Objekt weitere Schnitte anzufertigen.

Die Klauenepidermis an Lateral- und Interdigitalwand ist wesentlich dünner, als an der Dorsalwand, wobei sich die Oberfläche der Klauenepidermis an der interdigitalen Seite schuppig abstößt, was eine Auswertung des histologischen Schnittes sehr erschwert. Die Hornwandstärke beträgt an der Dorsalseite 5-10 mm und bietet daher für die Auszählung der Hornröhrchen und ihre planimetrische Vermessung ein ausreichend großes mikroskopisches Gesichtsfeld.

Ein weiterer Vorteil dieser Lokalisation, die auch GÜNTHER (1974) und PFLUG (1978) wählten, ist die gleichförmige Röhrchengröße und die relativ gute Abgrenzung der Einzelröhrchen vom Zwischenhornepithel.

5. Ergebnisse

5.1 Beschreibung der histologischen Schnitte

Bei der makroskopischen Betrachtung der histologischen Schnitte fällt die Dreiteilung der Kronepidermis schon färberisch ins Auge. Die intensiv gefärbte Außenzone hebt sich klar von der relativ blassen, jedoch breiteren Mittelzone ab. Es schließt sich lederhautnah die wieder gut gefärbte Innenzone an (siehe Abb. 6, 7).



Abb: 6 Das Präparat zeigt die Kronepidermis der Rinderklaue in der gesamten Breite.

a) Die periphere Außenzone zeichnet sich durch eng komprimierte Hornröhrchen, die parallel zur Oberfläche abgeflacht sind und eine spindelförmige Gestalt annehmen, aus. Die Röhrchen sind in der Außenzone besonders dicht von dem Maschennetz des Zwischenhornepithels umspinnen. Im polarisierten Licht zeigt sich in der Außenzone dieses dichte Geflecht, in dem die schmalen Röhrchen eingelagert sind, sehr deutlich.

Die Struktur des Zwischenhornepithels ist in keiner anderen Zone der Klauenepidermis so gleichförmig und dicht geflochten.

Eine Unterscheidung von Rinden- und Markschiicht ist bei diesen spindelförmigen Röhrchen nicht möglich; außerdem ist die klare Abgrenzung der Röhrchengrenzen gegen das Zwischenhorn nur schwer möglich.

Die Zellen des Röhrchenepithels sind mit denen des interpapillär gebildeten Zwischenhornepithels eng verflochten, es erscheinen die Röhrchen nur mehr als dunkle Spalten im Fasernetz.

b) Nähert man sich der Mittelzone, die die relativ breiteste aller 3 Zonen darstellt, so verringert sich die Abflachung der Röhrchenquerschnitte. Es treten an den Röhrchenenden keine spitzen Ecken mehr auf, die Form der Röhrchen rundet sich ab. Deutlich vergrößern sich auch die Abstände zwischen den einzelnen Hornröhrchen, das Verteilungsmuster der Röhrchen ist gleichmäßig (vgl. Abb: 8, 9).

Im polarisierten Licht erscheint das Zwischenhorngewebe als hervorstechendes klares Fasergeflecht, neben längsverlaufenden Faserzügen treten in der Mittelzone auch häufig senkrecht oder schräg verlaufende auf, die im Schnitt quergetroffen sind.

Abb: 7 Das Präparat zeigt die Kron-epidermis in der gesamten Ausdehnung. Am oberen Bildrand sind die Lederhautzotten klar erkennbar. Relativ gut ist hier die Dreiteilung der Kronepidermis zu sehen.

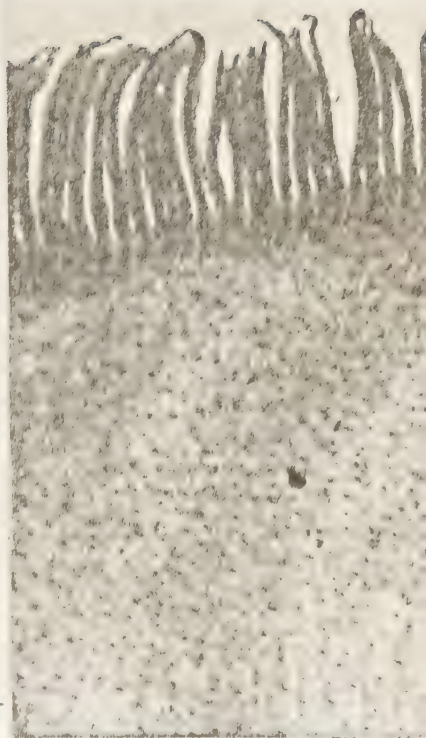


Abb: 8 Ein Ausschnitt aus der Mittelzone mit gut vom Zwischenepithel abgesetzten Klauenröhrchen.



Die Röhrchen der Mittelzone haben eine ovale bis kreisrunde Form und sind in ihrer Größe ziemlich einheitlich.

Wegen der einheitlichen Größe, dem gleichförmigen Verteilungsmuster und der relativ guten Abgrenzbarkeit zum Zwischenepithel sind sie für die planimetrische Vermessung am besten geeignet (vgl. Abb.10).

Bei den Röhrchen der Mittelzone ist bisweilen auch eine Differenzierung in Rinden- und Markschiicht möglich, diese Abgrenzung ist jedoch sehr subjektiv und nur bei den wenigsten histologischen Schnitten eindeutig.

Die von den suprapapillären Zellen der Kronlederhaut gebildeten Markzellen sind in den Röhrchen der Innenzone noch als lockerer Zellverband erkennbar, fallen aber rasch der Degeneration anheim, so daß die Markräume im histologischen Schnitt meist optisch leer erscheinen. Die Zellen werden durch den histologischen Verarbeitungsprozeß, durch Schneiden, Entwässern und Färben größtenteils herausgeschwemmt.

c) Die Röhrchen der lederhautnahen Innenzone sind meist von kreisrunder Gestalt. Ihr Markraum ist noch von intakten suprapapillär gebildeten Epithelzellen in lockerem Gefüge ausgefüllt.

Die Klauenröhrchen heben sich schlecht vom Zwischenhorn, dessen Fibrillenzüge polarisationsoptisch noch kein einheitliches Ausrichtungsprinzip aufweisen, ab.

Unterschiedlich ist auch die Größe dieser Hornröhrchen, sie nimmt mit wachsendem Abstand von der Lederhaut zu. Typisch für die Innenzone ist die Anordnung der Röhrchen in Reihen. Diese Reihen haben vonein-

Abb. 9 Ausschnitt aus
der Mittelzone
der Kronepider-
mis. Die Horn-
röhrchen heben
sich rötativ gut
vom Zwischen-
epithel ab. Bei
einigen Röhrchen
ist sogar die
Rinden- und Mark-
schicht erkennbar.



Abb:10 Bei der stärkeren
Vergrößerung heben
sich die Zwischen-
hornepithelzellen
schon durch ihre
Größe von der
Röhrchenrinde ab.



ander verschiedene Abstände, diese Abstände wiederum entsprechen dem Oberflächenrelief der Lederhautpapillen.

Lederhautnah kann man die Bildung der Hornröhrchen an der Papillenspitze und die des Zwischenhornepithels zwischen den einzelnen Papillen genau verfolgen. Die Anordnung der Röhrchen in Reihen gemäß ihrem Bildungsort verliert sich jedoch schon im proximalen Drittel der Innenzone

5.2 Diskussion:

Wegen der relativ guten Abtrennungsmöglichkeit der Röhrchen eignet sich die Mittelzone der Klauenepidermis für die planimetrische Röhrchenvermessung am besten, außerdem haben die Röhrchen in der Mittelzone eine ausgeglichene Größe und gleichförmige Anordnung. Die klare Differenzierung von Rindenepithelzellen und Zwischenhornepithelzellen ist, wie bereits oben erwähnt, nur sehr schwer möglich (vgl. Abb. 10).

Eine planimetrische Vermessung von Rinden- und Marksicht erscheint deshalb zu ungenau; außerdem wäre die statistische Auswertung dieser Parameter nur schwer möglich, da nur die wenigsten Schnitte und in diesen auch nur kleine Bezirke der Mittelzone für die Vermessung geeignet sind. Ein Ergebnis wäre auf keinen Fall für das Tiermaterial repräsentativ.

Ein weiteres Problem bei der Bestimmung der Röhrchenrindenstärke bringt die Tatsache mit sich, daß die zirkumpapillär gebildeten Zwischenhornepithelzellen, die sich durch ihre Größe hervorheben, eng verflochten sind. Wie schon WILKENS (1963) bei seinen elektronenmikroskopischen Untersuchungen feststellt, sind die Klauenepithelzellen unregelmäßig berandet und finger-

förmig ineinander verzahnt. An der Berührungsfläche wird die gegenseitige Haftung noch durch die Desmosomen der Zellmembran verstärkt.

Es ist deshalb auch bei starker Vergrößerung kaum möglich, die Grenze zwischen Röhrrchenrinden- und Zwischenepithelzellen genau festzulegen.

Neben den ovalen und kreisförmigen Hornröhrrchen wurden von BRUHNKE (1931) bei der Kronepidermis des Pferdes einzelne Röhrrchen beschrieben, die die übrigen um ein Vielfaches an Größe übertreffen.

Sogenannte Doppelröhrrchen, bei denen zwei und mehr Markräume von einem Rindenteil umschlossen werden, konnte ich übereinstimmend mit den Untersuchungen von PFLUG (1978) in der Klauenepidermis des Rindes nicht finden.

5.3 Einflüsse auf die histologischen Klauenparameter

5.3.1 Einfluß der Extremitäten

In der Literatur wird häufig beschrieben, daß die Hornqualität an den einzelnen Extremitäten unterschiedlich ist, und daß sich auch deutliche Differenzen zwischen Außen- und Innenklauen zeigen.

Der Extremitätenvergleich wurde für beide Rassen getrennt mittels einer einfachen Varianzanalyse durchgeführt.

Wie aus Tabelle 2 und Tabelle 3 ersichtlich, ist das Verhältnis der untersuchten Medial- und Lateralklauen an Vorder- und Hinterextremität im gesamten Tiermaterial annähernd gleich.

Die Parameter Röhrenchenzahl, Röhrendurchmesser, Röhrenfläche und Zwischenhornepithel wurden additiv auf Körpergewicht, Haltungsform und Schlachtmonat korrigiert (vgl. 5.4).

Die Tabellen 2 und 3 zeigen die Mittelwerte und Standartabweichungen in den untersuchten Parametern bei den einzelnen Klauen.

Tabelle 2: Vergleich der Klauenparameter zwischen den
Extremitäten (Fleckvieh)

Extr.	n	Röhrenchenzahl je mm ²		Durchmesser in mm·10 ⁻²		Fläche in mm ² ·10 ⁻⁴		% Zwisch.subst.	
		$\bar{x}$	s.	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I	120	54,96	9,05	2,48	0,62	9,66	3,19	94,83	1,52
II	116	54,60	8,37	2,55	0,61	10,06	3,54	94,62	1,67
III	107	54,64	8,18	3,04	0,83	12,37	5,07	93,29	2,86
IV	103	54,07	8,78	2,92	0,73	11,60	3,99	93,77	2,23

- I vorne rechts lateral
- II vorne links medial
- III hinten rechts medial
- IV hinten links lateral

Tabelle 3: Vergleich der Klauenparameter zwischen den Extremitäten (Braunvieh)

Extr.	n	Röhrchenzahl je mm ²		Durchmesser in mm · 10 ⁻²		Fläche in mm ² · 10 ⁻⁴		% Zwischensubst.	
		$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
I	21	48,86	4,96	2,28	0,59	8,82	2,22	95,72	1,05
II	24	49,29	5,19	2,47	0,56	9,39	2,49	95,43	1,07
III	22	50,91	6,23	2,67	0,75	10,33	3,54	94,78	1,74
IV	23	51,74	6,62	2,55	0,50	9,97	2,75	94,81	1,65

Der F-Test ergab für den Extremitätenvergleich folgende in Tabelle 4 aufgeführten Signifikanzen.

Tabelle 4: Signifikanzen der Unterschiede zwischen Extremitäten bei FV und BrV

	Fleckvieh		Braunvieh	
	Vorderextr.: Hinterextr.	Medialklau : Lateralklau	Vorderextr.: Hinterextr.	Medialklau : Lateralklau
Röhrchen- zahl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Durch- messer	p < 0,001	n.s.	n.s.	n.s.
Fläche	p < 0,001	n.s.	n.s.	n.s.
% Zwi.- subst.	p < 0,001	n.s.	p < 0,05	n.s.

Wie die Tabellen 2, 3 und 4 zeigen, besteht beim Fleckvieh zwischen Vorder- und Hinterextremität ein signifikanter Unterschied ($p < 0,001$) in den Parametern Durchmesser, Fläche und prozentuale Hornzwischenstanz. Zwischen Lateral- und Medialklauen sind die Unterschiede nicht signifikant.

Beim Braunvieh sind, mit Ausnahme der Hornzwischenstanz weder zwischen Vorder- und Hinterextremität, noch zwischen Medial- und Lateralklauen signifikante Unterschiede festzustellen.

Die Hornröhrchenzahl je Flächeneinheit an Vorder- und Hinterextremitäten bzw. an Medial- und Lateralklauen zeigt bei beiden Rassen keine signifikanten Unterschiede.

Die in der Literatur ebenfalls erwähnten Unterschiede in Wachstum und Abriebfestigkeit von Medial- und Lateralklauen zeigen sich nicht durch signifikante Unterschiede in den untersuchten Parametern. Die hier gefundenen Differenzen zwischen Medial- und Lateralklauen könnten auch zufällige Ursachen haben.

5.3.2 Einfluß des Körpergewichts und Hautgewichts auf die Parameter

Die Zusammenhänge zwischen Körpergewicht bzw. Hautgewicht und den Klauenparametern wurden für beide Rassen getrennt analysiert (siehe Tab. 5).

Die Beziehungen zwischen den Parametern und dem Körpergewicht bzw. Hautgewicht ergeben sich aus den Korrelationskoeffizienten. Dabei ist zu beachten, daß die Korrelation zwischen Körpergewicht und Hautgewicht positiv ist. Die Korrelationskoeffizienten liegen bei $r = 0,56$ für Fleckvieh und bei $r = 0,34$ für Braunvieh.

Tabelle 5: Korrelationskoeffizienten zwischen Körpergewicht (KG), Hautgewicht (HG) bzw. Relativem Hautgewicht (HG/KG) und den Klauenparametern bei Fleckvieh und Braunvieh

	Röhrchenzahl	Durchmesser	Fläche	% Zwischenhornsubst.
FV KG	- 0,28**	0,18	0,13	- 0,01
FV HG	- 0,11	0,20	0,18	- 0,14
FV HG/KG	- 0,16	- 0,03	- 0,07	0,02
BrV KG	- 0,16	0,15	0,15	- 0,10
BrV HG	- 0,20	0,05	0,08	- 0,14
BrV HG/KG	- 0,21	0,01	- 0,01	0,10

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

*** $p < 0,001$

Zwischen dem Körpergewicht der Tiere und der Röhrenchenzahl je Flächeneinheit besteht beim Fleckvieh eine signifikante Beziehung.

Wie aus Tab. 5 ersichtlich wird, besteht zum Hautgewicht der Tiere bei keinem der gemessenen Parameter eine signifikante Korrelation.

Beim Braunvieh hat weder das Körpergewicht der Tiere noch das Hautgewicht auf die Röhrenchenzahl, die Röhrenchengröße und dem Zwischensubstanzanteil einen signifikanten Einfluß. Die Korrelationskoeffizienten des Körpergewichts bzw. Hautgewichts zu den gemessenen Parametern sind jedoch beim Braunvieh unter dem Vorbehalt zu betrachten, daß es sich um ein relativ kleines Tiermaterial (89 Tiere aus 10 Vatergruppen) handelt.

Ergänzend wurde der Einfluß des relativen Hautgewichts (Hautgewicht : Körpergewicht) auf die verschiedenen Parameter untersucht. Bei keinem Parameter war eine signifikante Abhängigkeit festzustellen.

5.3.3 Einfluß des Schlachtmonats auf die Parameter

a) Röhrenchenzahl

Abbildung 11 zeigt deutlich, daß sich die jahreszeitlichen Einflüsse stark auf die Röhrenchenzahl je mm² auswirken.

In den Monaten März, April, Mai, Juni liegen für beide Rassen die niedrigsten Werte für die Röhrenchenzahl vor. Beim Braunvieh liegt der Tiefpunkt der Kurve bereits im Mai, eine Aussage ist für diese Rasse jedoch nur bedingt möglich, da das gesamte Braunviehmaterial innerhalb von 4 Monaten geschlachtet wurde. Der starke

Anstieg in der Röhrenchenzahl ab Juni ist jedoch auch beim Braunvieh offensichtlich, und stimmt mit dem Kurvenverlauf beim Fleckvieh überein.

Bereits im Juli wird das Niveau der Januarwerte wieder erreicht, das mit gewissen Schwankungen bis zum Februar des folgenden Jahres gleich bleibt.

b) Röhrendurchmesser und -flächen

Der graphische Verlauf der Kurve der Röhrenchen-größe entspricht in etwa dem der Kurve der Röhrenchenzahl. Auffällig ist sowohl bei dem Röhrendurchmesser als auch bei der Fläche der Einzlröhren, daß die Kurven in den Sommermonaten ihre tiefsten Werte haben (vgl. Abbildung 12, 13).

Die Röhrendurchmesser zeigen schon ab Mai einen deutlichen Abfall, der Tiefpunkt liegt beim Fleckvieh in den Monaten Juli und August, beim Braunvieh noch etwas später.

Der zweite Tiefpunkt für Röhrendurchmesser und -fläche läßt sich nicht eindeutig interpretieren, er kann auch zufällig sein.

Die Januarwerte werden beim Röhrendurchmesser erst wieder im November erreicht.

Der Kurvenverlauf ist bei Einzlröhrenflächen und Durchmesser nahezu identisch. Der Tiefpunkt der Röhrenflächen liegt für beide Rassen in den Monaten Juli und August.

In der Braunviehpopulation ist wie beim Durchmesser auch für die Röhrenfläche im Mai ein zweiter Tiefpunkt festzustellen (siehe auch Abb. 13).

Abb. 11 Einfluß des Schlachtmonats auf die Röhrenchenzahl je mm²



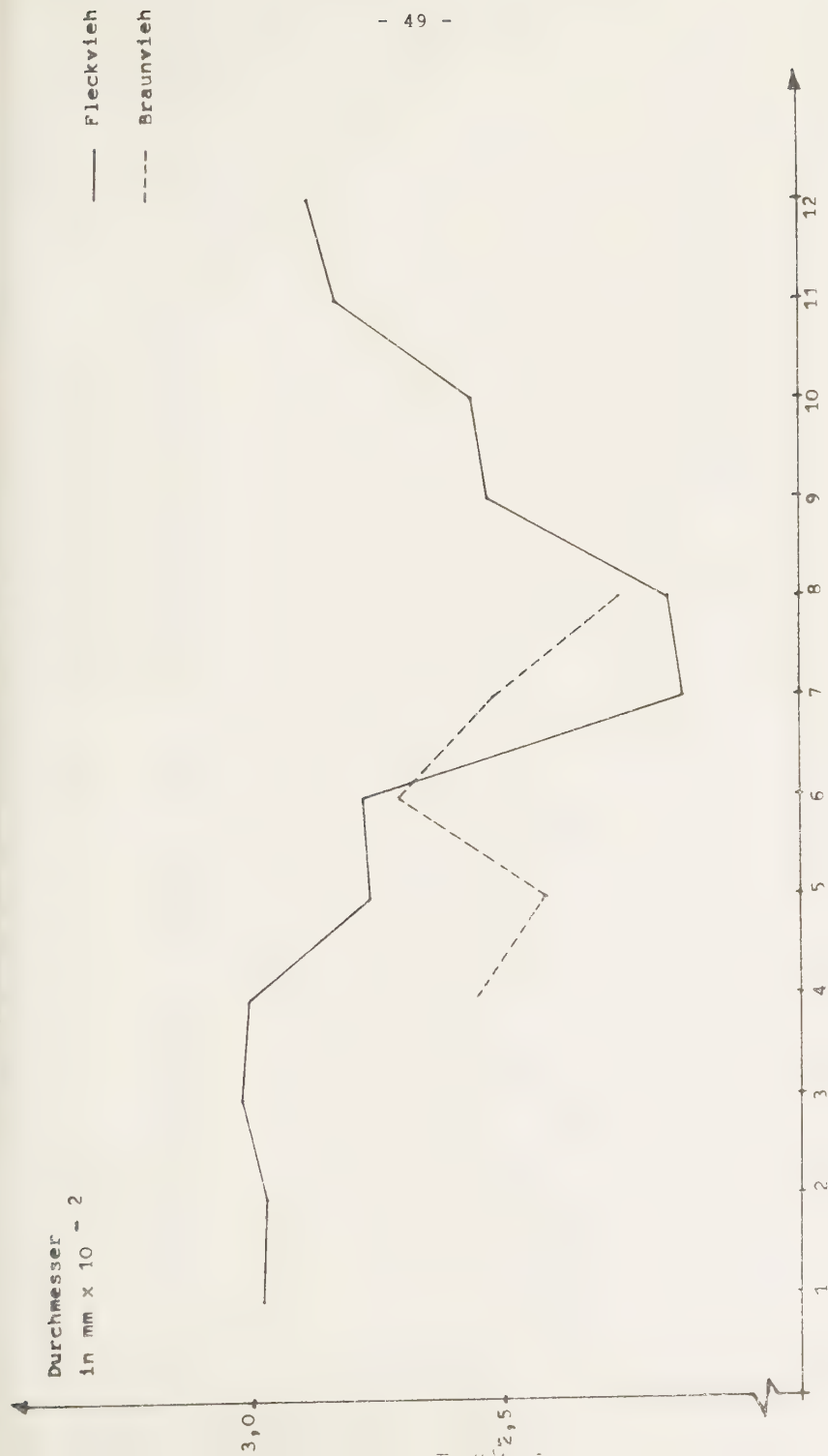


Abb. 13 Einfluß des Schlachtmonats auf die Röhrenflächen

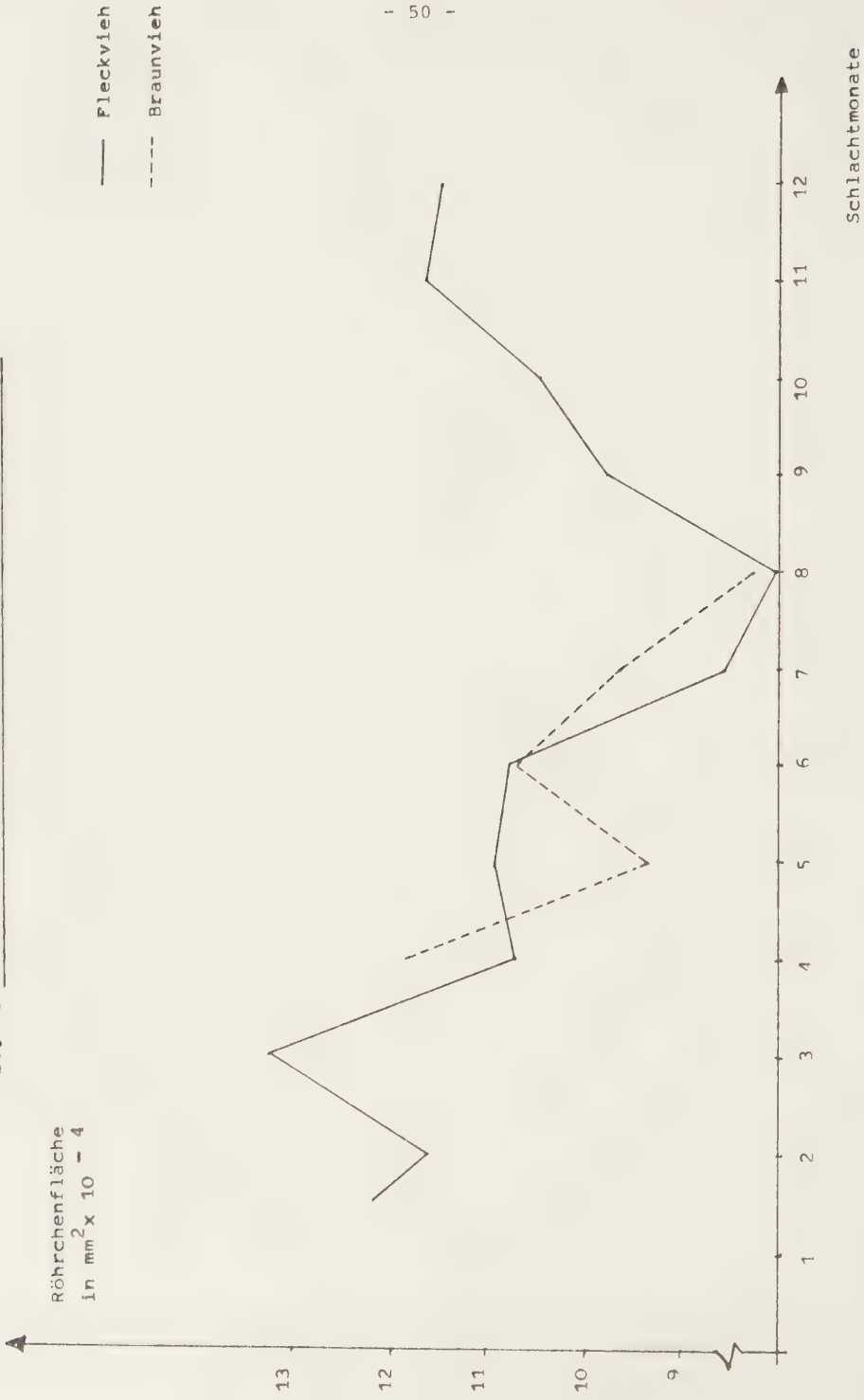
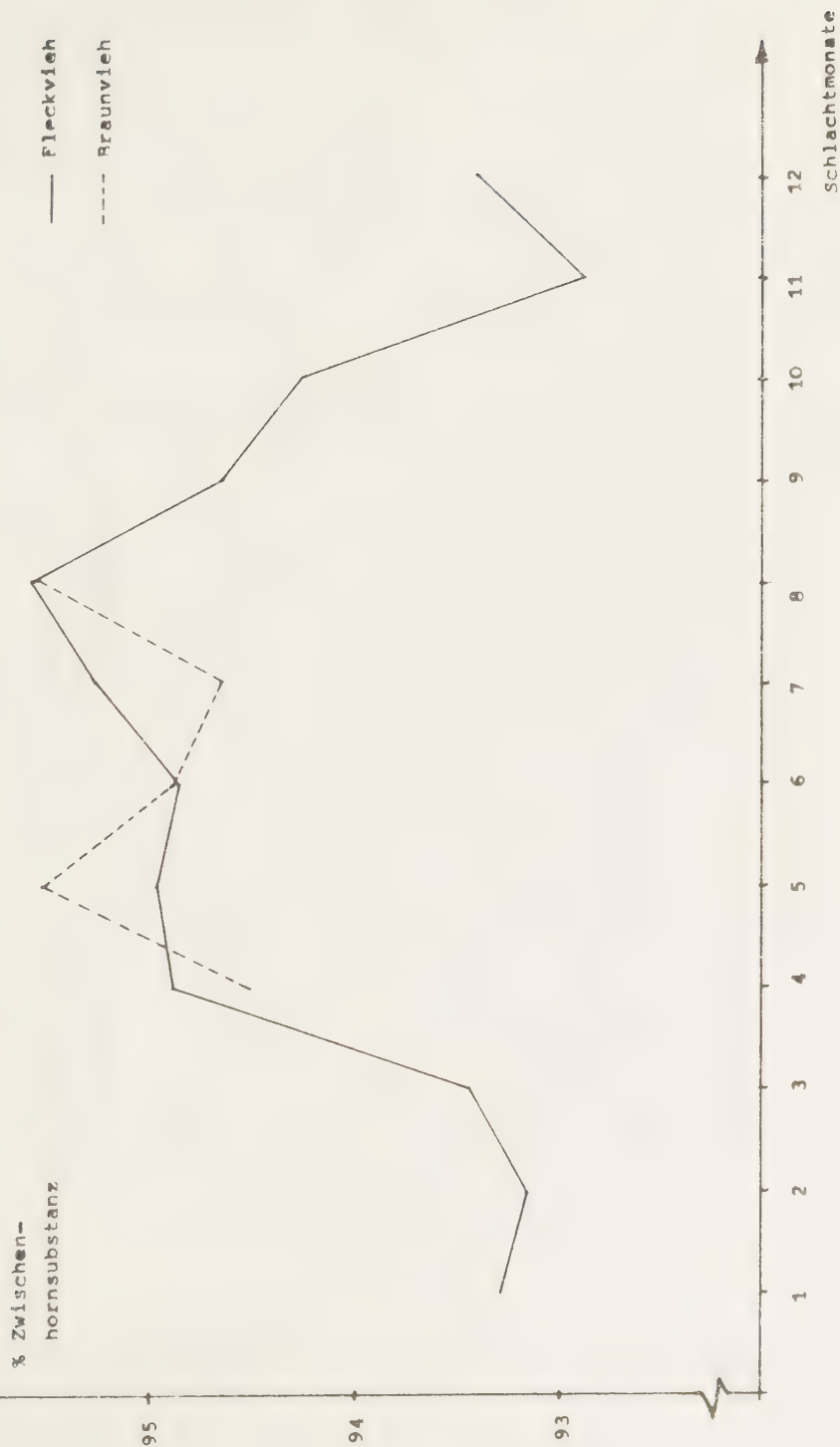


Abb. 14 Einfluß des Schlachtmónats auf die Zwischenhornsubstanz



Einfluß des Schlachttmonats auf die Klauenparameter
beim Fleckvieh

Schlacht- monate	Jan.	Feb.	März	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Röhrchen- zahl/mm	56,28 7,61	59,62 5,90	50,24 9,64	48,57 3,87	46,55 5,54	48,48 6,42	56,30 8,55	55,21 6,86	55,82 7,96	57,43 9,07	59,89 7,30	58,37 8,36
Durchmesser mm $\times 10^{-2}$	2,98 0,82	2,97 0,56	3,18 0,56	3,00 1,18	2,76 0,61	2,77 0,73	2,23 0,61	2,26 0,42	2,52 0,85	2,55 0,87	2,82 0,66	2,87 0,70
Fläche mm ² $\times 10^{-4}$	12,19 4,47	11,55 2,71	13,22 2,94	10,77 4,74	10,92 2,95	10,78 3,16	8,55 3,13	8,04 2,31	9,75 4,81	10,44 6,01	12,13 4,94	11,46 3,59
% Zwischen- subst.	93,28 2,27	93,15 1,61	93,43 1,66	94,88 2,07	94,97 1,26	94,86 1,40	95,27 1,61	95,58 1,37	94,64 2,42	94,27 2,80	92,88 2,76	93,40 2,00
n	60	34	21	7	56	48	23	47	34	30	54	30

Einfluß des Schlachtnonats auf die Klauenparameter beim Braunvieh

Schlacht- monate	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.
Röhrchen- zahl /mm ²	x 45,50 s 4,95	47,73 4,32	47,80 5,59	55,53 4,03	54,25 5 33
Durchmesser mm x 10 ⁻²	x 2,55 s 0,64	2,41 0,74	2,70 0,54	2,51 0,42	2,36 0,52
Fläche mm ² x 10 ⁻⁴	x 11,82 s 4,32	9,35 3,20	10,77 2,62	9,62 2,18	8,27 1,78
% Zwischen- subst.	x 94,52 s 2,55	95,52 1,66	94,89 1,17	94,66 1,32	95,54 0,91
n	2	37	20	19	12

c) Zwischenröhrchenepithel

Wie die Abbildung 14 deutlich zeigt, erreicht der prozentuale Zwischenepithelanteil in den Monaten Juli und August die höchsten Werte.

Die tiefsten Werte für den Zwischenhornepithelanteil liegen in den Monaten November bis einschließlich März. Ein sehr deutlicher Anstieg, der genau mit den tiefsten Werten für Röhrchendurchmesser und Röhrchenfläche zusammenfällt, zeigt sich im Monat Mai.

Insgesamt zeigt der Graph einen steilen Anstieg und Abfall.

Die hohen Werte des Zwischensubstanzanteils sind zwar eine an sich logische Folge der niedrigen Werte in Röhrchenzahl und -größe, stehen jedoch im Gegensatz zu der Erwartung, daß das Zwischenhornepithel, da es aufgrund seiner biochemischen Faltblattstruktur in der Lage ist, reversibel Wasser zu binden, in den feuchteren Wintermonaten einen größeren prozentualen Anteil an der Gesamthornsubstanz ausmacht als im Sommer. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß sich der Witterungseinfluß bei einstreulos, in einem gut klimatisierten Stall gehaltenen Tieren nicht in dem Maße auswirken wird wie z. B. bei Weidegang.

5.3.4 Einfluß der Haltungsform

Die Mastbullen werden im 2. Mastabschnitt (ab dem 196. Tag) einstreulos gehalten. In der Endmast ab dem Alter von 1 Jahr werden die Bullen jedoch in verschiedenen Stallungen gehalten. Eine Gruppe bleibt im Vollspaltenbodenlaufstall, die andere wird in Anbindehaltung auf Teilspaltenboden gehalten.

Es erscheint denkbar, daß der Gesamtwasser-
gehalt des Klauenhorns und damit seine Widerstandsfähig-
keit sich bei Haltung auf Teilspaltenboden verändert,
auch könnte sich die mangelnde Bewegungsmöglichkeit der
Tiere in Anbindehaltung auf das Hornwachstum und damit
auf die Mikrostruktur negativ auswirken, da der Bewegung
vielfach eine das Hornwachstum fördernde Rolle zuge-
schrieben wird.

Wie die Tabellen 7 und 8 zeigen, hat die Hal-
tungsform bei beiden Rassen auf die Röhrchenzahl je mm²
einen signifikanten Einfluß ($p < 0,05$).

Die Parameter Durchmesser und Fläche der Ein-
zelröhrchen, sowie der Zwischenhornsubstanzanteil werden
dagegen durch die unterschiedliche Haltungsform nicht
signifikant beeinflusst.

Tabelle 7: Einfluß der Haltungsform auf die Parameter
beim Fleckvieh

	Vollspalten			Sign.	Teilspalten			
	n	$\bar{x}$	s		n	$\bar{x}$	s	
Röhrchenzahl je mm ²	206	53,49	8,57	$p < 0,05$	230	55,50	8,53	$p < 0$
Durchmesser in mm · 10 ⁻²	206	2,78	0,77	n.s.	228	2,67	0,70	n
Fläche in mm ² · 10 ⁻⁴	206	11,15	4,19	n.s.	228	10,47	3,90	n
% Zwischen- hornsubst.	206	94,12	2,24	n.s.	228	94,28	2,11	n

Tabelle 8: Einfluß der Haltungsform auf die Parameter
beim Braunvieh

	Vollspalten			Teilspalten			Signif.
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	
Röhrchenzahl je mm ²	50	51,12	5,76	39	48,97	5,81	p < 0,05
Durchmesser in mm · 10 ⁻²	50	2,23	0,55	39	2,82	0,53	n.s.
Fläche in mm ² · 10 ⁻⁴	50	8,58	2,58	39	10,98	2,75	n.s.
% Zwischen- hornsubst.	50	95,58	1,51	39	94,67	1,22	n.s.

5.4 Korrektur der Parameter:

Extremität, Körpergewicht, Schlachtmonat und Haltungsform beeinflussen die gemessenen Klauenparameter signifikant.

Um zu vermeiden, daß durch diese äußeren Einflüsse die Ergebnisse verfälscht werden, werden die gemessenen Klauenparameter bei allen statistischen Auswertungen und bei der Heritabilitätsschätzung auf diese äußeren Einflussgrößen korrigiert.

Bei den Extremitäten wird auf die vordere rechte Lateralklaue, beim Körpergewicht auf den jeweiligen Rassedurchschnitt additiv korrigiert. Für die Schlachtmonate wird der Monat Mai als Bezugsgröße ge-

wählt, weil in diesem Monat die meisten Bullen zur Schlachtung kamen. Bei den beiden Haltungsformen wurde auf den Gesamtmittelwert additiv korrigiert.

5.5 Beziehungen zwischen den Klauenparametern

Die Beziehungen zwischen den Parametern wurden mit einer Korrelationsanalyse untersucht, deren Ergebnisse Tabelle 6 enthält.

Tabelle 6: Beziehungen zwischen den Klauenparametern bei den Rassen Fleckvieh und Braunvieh

Fleckvieh			
	Röhrchenzahl	Durchmesser	Fläche
Durchmesser	- 0,26*		
Fläche	- 0,23*	0,87***	
% Zwischen- hornsubst.	- 0,19	- 0,75***	- 0,90***
Braunvieh			
	Röhrchenzahl	Durchmesser	Fläche
Durchmesser	- 0,08		
Fläche	- 0,11	0,88***	
% Zwischen- hornsubst.	- 0,28	- 0,80***	0,92***

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

*** $p < 0,001$

Beim Fleckvieh besteht eine signifikante negative Korrelation zwischen Röhrchenzahl je Flächeneinheit und Röhrchengröße (Durchmesser, Fläche, $p < 0,05$).

Diese Beziehung ist beim Braunvieh wegen des zu geringen Tiermaterials nicht erkennbar.

Eine signifikante Korrelation besteht bei beiden Rassen zwischen Röhrchendurchmesser und Querschnittsfläche der Einzelröhrchen, sowie daraus resultierend, zwischen Röhrchengröße und prozentualen Zwischenhornepithelanteil ($p < 0,001$).

5.6 Diskussion

Einflüsse von Extremität, Haltungsform,
Schlachtmonat und Körpergewicht

Die beim Extremitätenvergleich gefundenen Unterschiede im histologischen Klauenaufbau zeigen die gleichen Tendenzen wie die von KOPPENHÜFER (1940), KNEZEVIC (1959), SCHMIDT (1973), PRENTICE (1973) und PFLUG (1978) gefundenen Ergebnisse.

Diese Autoren stellten bei ihren Abribsversuchen und Messungen der täglichen Hornzubildung eindeutige Unterschiede zwischen Vorder- und Hinterextremitäten sowie zwischen Medial- und Lateralklauen fest.

Die Hinterextremitäten unterscheiden sich beim Fleckvieh von den Vorderextremitäten signifikant in der Röhrchengröße (Durchmesser und Querschnittsfläche) und im Zwischenhornepithelanteil. Der Unterschied in der Röhrchenzahl zwischen Vorder- und Hinterextremität ist jedoch nicht signifikant.

Das Klauenhorn an der Hinterextremität zeigt größere Hornröhrchen und einen geringen Zwischenhorn-epithelanteil.

Beim Braunvieh läßt sich der geringere Zwischenhornepithelanteil ebenfalls statistisch sichern, wohingegen die übrigen Parameter keine signifikanten Unterschiede zwischen Vorder- und Hinterextremitäten zeigen, was wohl auf die zu geringe Tierzahl zurückzuführen ist.

Der Unterschied zwischen Medial- und Lateralklauen ist im histologischen Bild zwar ersichtlich (vgl. Tabelle 2 und 3), die Unterschiede lassen sich jedoch nicht statistisch sichern.

Das Klauenwachstum entspricht der mechanischen Beanspruchung und Abnutzung. Neben der Körperlast haben die Hinterextremitäten vor allem eine zusätzliche Belastung bei der Vorwärtsbewegung zu tragen.

Das von KNEZEVIC (1959) und PFLUG (1978) festgestellte größere Hornwachstum an Hintergliedmaße und Medialklaue spiegelt sich in der Mikrostruktur des Klauenhorns neben der größeren Anzahl Röhrchen je Flächeneinheit vor allem in den deutlich größeren Hornröhrchen.

Da die Hornröhrchen nach WILKENS (1963) als Leitungsbahnen für die Gefäßversorgung des Papillarkörpers eine entscheidende Rolle spielen, ist der große Röhrchendurchmesser an den schneller wachsenden Klauenpartien auch ein Kriterium für die höhere Stoffwechselaktivität.

Größere Hornröhrchen sind aber auf der anderen Seite auch in der Lage, mit ihren relativ weiten Mark-

räumen, die von suprapapillär gebildeten Epithelzellen ausgefüllt sind, Wasser in großen Mengen zu binden. Neben der reversiblen Einlagerung von Wasser im Zwischenhornepithel sind wohl vor allem die weiten Hornröhrchen für den Gesamtwassergehalt des Hornes und damit die Widerstandsfähigkeit und den Abnutzungsgrad maßgebend.

Dieser Zusammenhang ist auch an Sohle und Ballen der Klaue offensichtlich. Wie die Untersuchungen von DIETZ, GÄNGEL und KOCH (1971), sowie von PIETZSCH und SCHAUER (1971) zeigen, wurde an der Sohlenfläche und am Ballen ein wesentlich größerer Wassergehalt ermittelt als an den übrigen Klauenpartien. Die Unterschiede betragen 5-6 %.

Von dem Sohlen- und Ballenhorn ist allgemein bekannt (siehe Abschnitt 2.1.2 c, d Seite 16), daß sich dort extrem große Hornröhrchen, die teilweise auf der Fußungsfläche bereits makroskopisch sichtbar sind, finden. Diese Hornröhrchen können bei der Wasserbindungsfähigkeit eine entscheidende Rolle spielen.

Wie die Korrelationskoeffizienten (Fleckvieh $r = 0,28$) deutlich zeigen, hat das Körpergewicht der Tiere auf die Röhrchenzahl je Flächeneinheit einen signifikanten Einfluß, wohingegen es auf die Röhrchengröße und den Zwischensubstanzanteil keinen signifikanten Einfluß ausübt. Danach ist die Röhrchenzahl für die Gewichtsbelastung des Hornes von entscheidender Bedeutung (vgl. auch Einfluß der Haltungsform).

Keinen signifikanten Einfluß üben das Hautgewicht und das relative Hautgewicht auf die Mikrostruktur des Klauenhorns der Tiere aus.

Die Jahreszeit hat dagegen auf die Mikrostruktur einen deutlichen Einfluß, was sich bei allen untersuchten histologischen Parametern zeigt.

Maßgebend für die Wasserspeicherung des Klauenhorns ist einerseits die biochemische Faltblattstruktur des Zwischenhornepithels, andererseits die Markraumgröße der Einzelröhrchen.

In den Sommermonaten geht die Röhrchengröße (Durchmesser und Fläche) eindeutig zurück (siehe Abb. 12, 13). Außerdem nimmt die Anzahl der Klauenröhrchen je Flächeneinheit geringgradig ab. Dies könnte auf ein reduziertes Klauenwachstum und auf eine witterungsbedingte Austrocknung des Hornes zurückzuführen sein.

Schneller als das Zwischenhornepithel, das im Sommer als Folge des Wasserentzugs schrumpfen müßte, reagieren die weiten Markräume der Hornröhrchen mit einer Größenabnahme auf den Wasserentzug. Das Zwischenhornepithel nimmt prozentual zu, da sich Röhrchenzahl und Röhrchengröße vermindern. Der geringere Wassergehalt des Hornes zeigt sich auch in den stark verminderten Abriebwerten der Sommermonate (siehe SCHNEIDER 1980).

Die Haltungsform hat auf den Parameter Röhrchenzahl je Flächeneinheit einen signifikanten Einfluß. Die Röhrchengröße und der Zwischenhornsubstanzanteil werden dagegen von der Haltungsform nicht beeinflusst.

Häufig wird in der Praxis behauptet, daß sich Bewegung positiv auf das Hornwachstum auswirkt. Die in Anbindehaltung gehaltenen Tiere zeigen jedoch gegenüber

den Laufstallbullen keine Veränderungen in der Mikrostruktur des Klauenhorns, wie größere Hornröhrchendurchmesser oder Querschnittsflächen, die Ausdruck größeren Hornwachstums sind. Dazu ist jedoch zu bemerken, daß beide Gruppen einstreulos gehalten wurden.

5.7 Vergleich der Rassen Fleckvieh und Braunvieh

Rassenunterschiede für die untersuchten histologischen Parameter wurden mit dem t-Test geprüft.

Um äußere Einflüsse, die das Ergebnis verfälschen, auszuschließen, wurden die Parameter auf Körpergewicht, Extremität, Schlachtmonat und Haltungsform korrigiert (siehe 5.4).

Die Ergebnisse des Rassevergleiches enthält Tabelle 9.

Tabelle 9: Vergleich der Rassen Fleckvieh und Braunvieh

	Fleckvieh			Braunvieh			Signif.
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	
Röhrchenzahl je mm^2	438	46,93	7,99	89	46,55	4,73	n.s.
Durchmesser in $\text{mm} \cdot 10^{-2}$	436	2,50	0,63	89	2,19	0,57	$p < 0,001$
Fläche in $\text{mm}^2 \cdot 10^{-4}$	436	9,66	3,61	89	8,55	2,56	$p < 0,01$
% Zwischen- hornsubst.	436	95,67	1,86	89	96,05	1,36	n.s.

Röhrchenzahl:

In der mittleren Kronepidermis finden sich beim Fleckvieh je mm² durchschnittlich 46,93, beim Braunvieh 46,55 Röhrchen. Dieser Unterschied ist nicht signifikant.

Röhrchengröße:

In jedem histologischen Präparat wurde in der Mittelzone der Kronepidermis bei 40 Einzelröhrchen der Durchmesser, bei 50 Einzelröhrchen die Querschnittsfläche bestimmt.

Wie aus Tabelle 9 ersichtlich ist, unterscheiden sich die beiden Rassen deutlich in der Röhrchengröße. Der Unterschied ist für die Durchmesser und die Querschnittsflächen signifikant ($p < 0,001$, $p < 0,01$).

Das Fleckvieh zeigt im mikroarchitektonischen Aufbau des Klauenhorns deutlich weitlumigere Hornröhrchen als das Braunvieh. Der Röhrchendurchmesser ist beim Fleckvieh durchschnittlich um 3×10^{-3} mm, die Querschnittsfläche um $1,11 \times 10^{-4}$ mm² größer.

Zwischenhornepithel:

Der prozentuale Zwischenhornepithelanteil unterscheidet sich bei beiden Rassen nicht signifikant. Es ist jedoch dabei zu bedenken, daß das Pigment, das in den interpapillär gebildeten Zwischenhornepithelzellen lokalisiert ist, auf die Widerstandsfähigkeit des Klauenhorns einen deutlichen Einfluß hat (siehe 5.10).

Pigmentierung:

Die Kronepidermis des Braunviehs ist peripher in einer Breite von 3,5 mm bis 5 mm pigmentiert. Die Klauen des Fleckviehs sind unpigmentiert.

Für die 525 untersuchten Mastbullen sind die gemessenen Parameter in den Tabellen des Anhangs dokumentiert. Die Söhne eines Vaters werden jeweils in einer Tabelle zusammengefaßt. Neben den Einzeldaten sind die Mittelwerte der Halbgeschwistergruppe für die einzelnen Klauenparameter in den Tabellen angegeben.

Es zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen den Halbgeschwistern. So variiert beim Fleckvieh die Röhrchenzahl je Flächeneinheit innerhalb der Vatergruppe bis zu 30 %. Die Durchmesser und Flächen variieren bei den Halbgeschwistern noch wesentlich stärker.

Die Tabellen 10, 11, 12 geben eine Gesamtübersicht über die Mittelwerte der Halbgeschwistergruppen.

Aus den Tabellen 10, 11, 12 geht hervor, daß in den 34 Vatergruppen des Fleckviehs die Werte für die Röhrchenzahl je Flächeneinheit zwischen 44,16 und 63,50, die Durchmesser zwischen 2,05 und $3,34 \times 10^{-2}$ mm, die Querschnittsflächen zwischen 7,23 und $15,25 \times 10^{-4}$ mm², der prozentuale Zwischenepithelanteil zwischen 91,28 und 96,18 % schwanken.

In den 10 Vatergruppen des Braunviehs zeigen die Parameter Schwankungen in der Röhrchenzahl je Flächeneinheit zwischen 45,73 und 55,55, im Durchmesser zwischen 1,84 und $3,09 \times 10^{-2}$ mm, in den Querschnittsflächen zwischen 7,64 und $12,23 \times 10^{-4}$ mm², im Zwischenepithel zwischen 94,12 und 96,45 %.

Mittels einer einfachen Varianzanalyse wurden die Unterschiede zwischen den 34 Vatergruppen der Rasse Fleckvieh und den 10 Vatergruppen der Rasse Braunvieh analysiert.

Tab. 10 Mittelwerte der Halbeschwistergruppen

Vatergruppe	Rasse	Anzahl unter- suchter Söhne	Klaue- nröhrchen je mm ²	S	Durchmesser in mm 10 ⁻²	S	Fläche in mm ² 10 ⁻⁴	S
541	FV	10	48,10	4,23	2,13	0,63	6,35	4,25
542	FV	7	44,86	3,56	2,17	0,42	9,40	2,45
543	BrV	11	45,73	3,17	1,94	0,55	7,75	3,41
544	BrV	8	46,6	5,10	1,84	0,35	7,64	1,97
545	BrV	6	49,43	5,88	2,14	0,62	8,22	2,78
546	FV	7	49,18	4,59	2,10	0,45	7,76	2,36
547	FV	14	53,21	5,62	2,05	0,48	7,52	2,52
548	BrV	10	54,30	4,95	2,28	0,37	8,36	1,47
549	PrV	11	55,55	3,27	2,58	0,47	9,87	2,59
540	BrV	10	55,20	5,56	2,50	0,51	8,98	1,57
541	FV	7	56,66	5,76	2,61	0,69	10,45	3,48
542	FV	11	59,18	7,22	2,67	0,32	9,81	1,62
543	FV	12	57,50	5,50	2,21	0,16	8,13	2,78
544	FV	17	59,82	5,88	2,10	0,54	7,26	2,76
545	FV	15	50,13	8,44	2,71	0,26	10,99	1,26

Tab. 11 Mittelwerte der Halbgeschwistergruppen

Vatergruppe	Rasse	Anzahl unter- suchter Söhne	Klaue- nröhren je mm ²	S	Durchmesser in mm 10 ⁻²	S	Fläche in mm ² 10 ⁻⁴	S
596	FV	11	60,91	4,30	2,21	0,62	7,23	2,76
597	FV	14	49,36	5,51	2,59	0,66	9,99	6,77
598	FV	13	57,81	5,10	2,63	0,73	10,43	4,03
599	FV	14	63,50	6,94	2,36	0,33	8,53	1,70
601	FV	18	61,94	6,68	2,58	0,62	11,04	3,51
602	FV	12	57,92	10,87	2,70	0,77	11,24	5,81
603	FV	15	58,47	9,81	3,34	1,07	15,25	8,56
604	FV	18	55,56	7,85	2,98	0,82	13,02	4,81
605	FV	14	56,13	7,89	2,78	0,60	11,43	3,04
606	FV	16	55,24	9,13	2,81	0,55	10,81	2,77
607	FV	15	58,76	6,51	3,05	0,49	13,18	4,0
608	FV	16	55,88	4,06	3,06	0,78	11,55	3,85
609	FV	14	60,85	6,16	2,75	0,47	11,26	2,42
610	FV	17	59,23	8,22	3,30	0,84	13,85	4,49
611	FV	12	54,25	10,15	2,68	0,79	10,64	3,04

Tab. 12 Mittelwerte der Haltungsleistungsklassen

Vatergruppe	Rasse	Anzahl unter- suchter Söhne	Klaue- röhren 2 je mm	S	Durchmesser in mm 10 ⁻²	S	Fläche in mm ² 10 ⁻⁴	S
612	FV	17	50,82	8,47	3,27	0,70	12,93	3,04
613	FV	14	57,36	8,00	2,79	0,70	10,42	3,17
614	FV	12	44,16	5,33	3,26	0,45	12,69	2,04
615	FV	9	45,00	5,89	3,13	0,59	12,79	3,03
616	FV	11	48,82	7,52	2,82	0,14	10,82	1,17
617	BFV	12	48,33	4,0	3,09	0,45	12,23	2,07
618	BFV	12	46,42	4,68	2,90	0,49	11,18	2,61
619	FV	11	46,45	5,09	3,10	0,48	12,37	2,55
620	FV	11	45,10	6,55	3,04	0,60	12,06	2,77
621	BFV	2	51,0	2,03	2,61	0,42	9,38	0,31
622	BFV		47,71	1,47	2,77	0,53	11,08	2,19
623	FV	3	47,1	1,14	1,17	1,40	11,74	2,34
624	FV	0	47,50	4,12	2,61	1,90	11,12	4,72
625	BFV	0	46,75	4,70	2,20	0,70	11,21	2,56

Die Einzelwerte wurden dabei auf Körpergewicht, Extremität, Schlachtmonat und Haltungsform korrigiert (vgl. Abschnitt 5.4).

Die Tabellen 13 und 14 zeigen, daß die Unterschiede zwischen Halbgeschwistergruppen für die Merkmale signifikant sind.

Tabelle 13: Unterschiede zwischen Halbgeschwistergruppen
beim Fleckvieh

	Restvarianz		Mittl. Quadratsumme zw. Halbgeschwister- gruppen		F	s^2_{HG}
	MQ	FG	MQ	FG		
Röhrchenzahl	78,76	404	167,12	33	2,12**	6,87
Durchmesser	0,35	402	1,03	33	2,92**	0,05
Fläche	1,16	402	28,50	33	2,44**	1,31
Zwischen- hornsubstanz	3,13	402	7,38	33	2,36**	0,33

MQ = mittlere Abweichungsquadrate

FG = Freiheitsgrade

F = F-Werte

s^2_{HG} = Varianz zwischen den Halbgeschwistergruppen

Tabelle 14: Unterschiede zwischen Halbgeschwistergruppen
beim Braunvieh

	Restvarianz		Mittl. Quadratsumme zw. Halbgeschwister- gruppen		F	Varianz s^2_{HG}
	MQ	FG	MQ	FG		
Röhrchenzahl	23,18	88	15,20	9	0,66	- 0,91
Durchmesser	0,20	88	1,44	9	7,16**	0,14
Fläche	4,75	88	22,16	9	4,66**	1,98
Zwischen- hornsubstanz	1,46	88	5,16	9	3,53**	0,42

5.9 Heritabilitätsschätzung

Für die Rasse Fleckvieh wurde eine Heritabilitätsschätzung für die untersuchten Klauenparameter durchgeführt (Tabelle 15). Die Heritabilität im engeren Sinne ist ein Maß für den Anteil der additiv genetischen Varianz an der phänotypischen Varianz.

In der Varianzanalyse wurden die histologischen Parameter auf Körpergewicht, Extremität, Haltungsform und Schlachtmonat korrigiert, um systematische Einflußfaktoren soweit wie möglich auszuschalten.

Beim Braunvieh wurde, wegen des zu geringen Tiermaterials, auf die Schätzung der Heritabilität verzichtet.

Tabelle 15: Heritabilitätskoeffizienten beim Fleckvieh

	Röhrchenzahl	Durchmesser	Fläche	% Zwischenhornsubstanz
h^2	0,32	0,52	0,40	0,38
s	0,15	0,20	0,17	0,17

Es zeigen sich für die histologischen Klauenparameter relativ hohe Erblichkeitsgrade, die den von CAMARA und GRAVERT (1977) für die Abriebfestigkeit des Klauenhorns gefundenen Heritabilitätskoeffizienten von $h^2 = 0,20$ deutlich übertreffen.

5.10 Diskussion:

Ein Vergleich der Rassen Fleckvieh und Braunvieh zeigt bei der mikroskopischen Beurteilung der Klauenepidermis deutliche Unterschiede in der Hornröhrchengröße. Wie bereits beim Extremitätenvergleich angesprochen, sind die kleineren Hornröhrchen des Braunviehs in viel geringerem Maß in der Lage, Wasser zu binden und so die Abriebfestigkeit des Klauenhorns negativ zu beeinflussen. Die deutlich größeren Hornröhrchendurchmesser und Querschnittsflächen der untersuchten Fleckviehtiere sind, wie die Untersuchungen von KNEZEVIC (1959), WILKENS (1963), PRENTICE (1973) und PFLUG (1978) ergaben, Ausdruck eines größeren Hornwachstums und somit auch einer größeren Hornabnutzung, d. h. einer geringeren Widerstandsfähigkeit, wie die Abriebversuche von PIETZSCH und SCHAUER (1971) und PFLUG (1978) bestätigen.

Die untersuchten Fleckvieh- und Braunviehtiere zeigen in der Röhrchenzahl je Flächeneinheit und im prozentualen Zwischenhornsubstanzanteil keine deutlichen Unterschiede. Da in der Literatur dem Zwischenhornepithel aufgrund seiner biochemischen Faltblattstruktur eine reversible Wasserbindungsfähigkeit zugeschrieben wird, wäre es durch weiterführende Untersuchungen abzuklären, ob sich großlumige Hornröhrchen negativer auf die Widerstandsfähigkeit der Klauenepidermis auswirken als ein höherer prozentualer Zwischenhornanteil.

Die jahreszeitlichen Schwankungen in der Hornröhrchengröße (siehe 5.3.3) und die damit synchron eingehenden Abriebswerte, die an den Klauen des gleichen Tiermaterials ermittelt wurden (SCHNEIDER 1980), unterstützen diese Annahme.

Neben dem Wassergehalt ist die Widerstandsfähigkeit des Klauenhorns nach den Untersuchungen von DIETZ und KOCH (1972) auch entscheidend von der Pigmentierung abhängig. Entgegen der Feststellung von PFLUG (1978), der beim Fleckvieh und wenigen Afrikanern mit pigmentierten Klauen die Pigmentschicht mit einer durchschnittlichen Tiefe von 0,2 mm angibt, hat die Pigmentschicht an der Kronepidermis beim Braunvieh eine Ausdehnung von 3,5-5 mm. Die Fleckviehklauen waren unpigmentiert.

Auch BRUHNKE (1931) machte bei Equidenhufen die Feststellung, daß die äußere Hälfte des Horns reich an Pigment ist.

Neben der Hornröhrchengröße dürfte diese ausgedehnte Pigmentierung für die Hornqualität von entscheidender Bedeutung sein. Daß sich die Pigmentierung erheb-

lich auf den Wassergehalt und damit die Abriebfestigkeit des Hornes auswirkt, zeigen die Analysen und Abriebsversuche von SAASEN (1938), BENEDETTI (1948) und CAMARA (1971).

Der Vergleich der Halbgeschwistergruppen zeigt, daß die untersuchten histologischen Parameter erheblich variieren. Dies spricht dafür, daß die Hornqualität der untersuchten Tiere erblich beeinflusst wird.

Die Heritabilitäten liegen zwischen $h^2 = 0,32$ und $h^2 = 0,52$, der erbliche Anteil an den Qualitätsunterschieden des Klauenhorns ist somit relativ hoch. Durchmesser, Querschnittsfläche und Zwischenhornepithelanteil sind sehr eng korreliert ($r = 0,75$ bis $r = 0,90$).

Die Röhrchenzahl je Flächeneinheit zeigt zu diesen Parametern eine negative jedoch signifikante Korrelation ($r = -0,19$ bis $r = -0,26$). Für die Schätzung der genetischen Korrelationen war das Tiermaterial nicht ausreichend. Die Höhe der geschätzten Heritabilitätskoeffizienten für die histologischen Parameter lassen eine Selektion auf bessere Hornqualität aussichtsreich erscheinen. Vorher sollten jedoch noch die Beziehungen zwischen den histologischen Parametern und den von SCHNEIDER (1980) ermittelten Werten für Abrieb bzw. Wassergehalt geprüft werden. Dies soll in einer weiterführenden Arbeit geschehen.

Aus technischer Sicht wäre es ohne weiteres möglich, bei den Bullen in Eigenleistungsprüfung am 360. oder 400. Tag mittels Biopsie eine Probe aus der Dorsalwand einer Klaue zu entnehmen und sie histologisch zu untersuchen. Die Kosten für die histologische Verarbeitung und Untersuchung einer Probe dürften zwischen DM 30,-- und DM 40,-- schwanken.

Das Untersuchungsergebnis könnte innerhalb einer Woche vorliegen, und es wäre somit durchaus für die Körung der Bullen heranzuziehen.

Neben der Selektion auf höhere Leistung könnte dann auch die Klauenhornqualität züchterisch beeinflußt werden.

Es ist jedoch zu bedenken, daß die Biopsieprobenentnahme am lebenden Tier wegen der hohen Blutungs- und Infektionsgefahr ein gewisses Risiko darstellt.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Klauenhornqualität von insgesamt 436 Fleckviehbullen und 89 Braunviehbullen durch histologische Untersuchungen beurteilt. Es wurden die Parameter Röhrchenzahl, Röhrchendurchmesser, Röhrchenfläche und Zwischenhornepithelanteil bestimmt. Die mikroskopische Beurteilung der histologischen Klauenschnitte erzielte folgende Ergebnisse:

Die Hornqualität zwischen den Klauen an Vorder- und Hinterextremität ist unterschiedlich. Die Vorderextremitäten haben im Vergleich zu den Hinterextremitäten signifikant kleinere Durchmesser und Querschnittsflächen der Einzelröhrchen sowie einen signifikant größeren Zwischenhornepithelanteil.

Das Körpergewicht der Tiere hat beim Fleckvieh einen signifikanten Einfluß auf die Röhrchenzahl je Flächeneinheit. Der Schätzwert des Korrelationskoeffizienten beträgt $r = 0,26$. Auf die übrigen Parameter hat das Körpergewicht keinen signifikanten Einfluß.

Hautgewicht und relatives Hautgewicht üben auf keinen der untersuchten Parameter einen signifikanten Einfluß aus.

Deutlich zeigt sich ein jahreszeitlicher Einfluß auf die Parameter. In den Sommermonaten nimmt die Röhrchenzahl ab. Sehr stark vermindern sich auch Durchmesser und Querschnittsfläche der Einzelröhrchen, während der prozentuale Anteil des Zwischenhornepithels ansteigt.

Die Haltungsform hat einen signifikanten Einfluß auf die Klauenparameter. Das Klauenhorn der Tiere in

Anbindehaltung zeigt gegenüber den Laufstallbullen eine geringere Röhrchenzahl je Flächeneinheit.

Das Braunvieh unterscheidet sich vom Fleckvieh im mikroarchitektonischen Hornaufbau durch signifikant kleinere Hornröhrchen, wohingegen Röhrchenzahl je Flächeneinheit und prozentualer Zwischenhornepithelanteil beim Rassenvergleich keine signifikanten Unterschiede zeigen.

Die Ausdehnung des pigmentierten Zwischenhornepithelanteils beim Braunvieh erstreckt sich auf die periphere Zone der Kronepidermis in einer Breite zwischen 3,5 mm und 5 mm. Die Kronepidermis ist also zur Hälfte ihrer gesamten Stärke pigmentiert. Die Klauen des Fleckviehs waren unpigmentiert.

Die Unterschiede der gemessenen Parameter Röhrchenzahl, Durchmesser, Fläche der Einzelröhrchen und Zwischenhornsubstanzanteil zwischen den untersuchten Halbgeschwistergruppen sind signifikant.

Die Heritabilitätsschätzung ergab für die einzelnen Parameter folgende Werte:

Röhrchenzahl	$h = 0,32 \pm 0,15;$
Röhrchendurchmesser	$h = 0,52 \pm 0,20;$
Röhrchenfläche	$h = 0,40 \pm 0,17;$
Zwischenhornepithel	$h = 0,38 \pm 0,17.$

Daraus ergibt sich, daß eine züchterische Beeinflussung der Hornqualität möglich ist.

Summary

The horn quality of the claws of 436 Simmental bulls and 89 Brown-Swiss bulls is examined by histological methods. The following parameters are used: number, diameter and area of the horny tubules. The results are as follows:

The horn quality of the claws differs between forelegs and hind legs. Compared to the forelegs the hind legs have significantly larger diameters and cross sectional areas of the individual tubules as well as a significantly smaller amount of inter-tubular horn.

In Simmental cattle, the body weight has a significant influence on the number of capillary tubules per unit area. The correlation coefficient between body weight (500 tt. day) and number of capillary tubules amounts to 0.26. No significant correlations were found between body weight and the other examined parameters.

The weight of the skin and the relative weight of the skin
(weight of skin x 100 : body weight)
are not significantly correlated with the examined parameters.

There is, however, a marked seasonal influence on the parameters. During the summer months, the number of tubules decreases. There is a decrease both in diameter and cross sectional area of the individual horn tubules, whereas the percentage of the inter-tubular horn increases.

Significant differences were found between bulls kept loose in groups and bulls chained in the stable. A smaller amount of tubules per unit area were found in bulls changed in the stable.

There is a significant difference in the microstructure of the horn between Brown-Swiss and Simmental bulls. Brown-Swiss bulls have significantly smaller horn tubules, with respect to both diameter and area. In contrast, there is no significant difference between both breeds regarding number of tubulus and percentage of intertubular horn.

In Brown-Swiss bulls, pigmentation of intertubular horn is found in the peripheral zone of the coronet epidermis over an area between 3.5 mm and 5 mm, i.e., half of the thickness of the coronet epidermis is pigmented. The claws of the Simmental cattle are not pigmented.

Significant differences in the number of horn tubules per unit, diameter and in the area of the individual tubules and in the proportion of inter-tubular horn were found between progeny groups (10 - 12 sons per sire).

Heritability estimates are as follows:

number of capillary tubes $h^2 = 0.32 \pm 0.15$; diameter $h^2 = 0.52 \pm 0.20$; area $h^2 = 0.40 \pm 0.17$; proportion of the horn - intercalated substance $h^2 = 0.38 \pm 0.17$.

8. Literaturverzeichnis

- Baier, W. 1950 Über Beziehung zwischen Epidermis und Corium an Huf und Klauen. Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 63, 59-63
- Benedetti, D. F. 1948 Inagini circa le difference di resistenza del corno di color chiaro rispetto a quello di colore scuro nello zoccolo degli quini. Università di Pisa: Diss. med. vet. (zitiert nach Pflug, W. 1978)
- Berger, G. 1977 Klauengesundheit beim Milchvieh. Monatshefte für Vet. Med. 18, 683-684
- Brentano, G., 1979 Untersuchungen über Gelenk- und
Dämmrich, K., Klauenveränderungen bei auf Latten-
Unsheim, J. rosten und Stroheinstreu gehaltenen
Mastkälbern
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 92,
229-233
- Bruhnke, J. 1931 Vergleichende Untersuchungen der
Hornwandstruktur des Zehenendes
bei Huf- und Klautentieren.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 39,
1931 4-10
- Burkhardt, R. 1966 Präparative Voraussetzung zur kli-
nischen Histologie von Knochenmark
und Knochen.
(zitiert nach Blut 14, 30 - 46.)
- Camara, S. 1971 Untersuchungen über den Klauenab-
Gravert, H. O. rieb bei Rindern. Züchtungskunde,
43, 11-126
- Dellmann/Brown 1976 Textbook of Veterinary Histology
Lea + Febinger Philadelphia 1976,
486-490
- Dietz, O. 1971 Die Erhaltung der Gliedmaßen- und
Gängel, H., Koch, K. Klauengesundheit unter modernen
Produktionsbedingungen
Monatsheft für Vet. Med. 7,
241-246

- Dietz, O. 1972 Zur Klauengesundheit bei ein-
streuloser Haltung
Monatshefte für Vet. Med. 7,
269-273
- Drahn, F. 1927 Die Erweichung des Hornes für
histologische Zwecke
Berl. tierärztl. Wschr. 217-222
- Günther, M. / 1974 Klauenkrankheiten
Kästner, A. Verlag Gustav Fischer, Jena 1974,
30-33
- Grau, W., 1976 Grundriß der Histologie und ver-
gleichenden mikroskopischen Ana-
tomie der Haussäugetiere
Walter, P. Verlag Paul Parey Berlin 1976,
133-135
- Gravert, H.O. 1977 Klauenschäden durch erhöhte Abnutzung
Camara, S. Milchpraxis, 4/77, 6-7
- Kaul, N. 1971 Untersuchungen zur histologischen
Klauenhornstruktur und Abnutzungs-
untersuchungen bei Kreuzungstieren
Humboldt-Universität Berlin:
Diss. med. vet.
- Kind, H. 1961 Vergleichende Untersuchungen über
Die Abnutzung der Hufe einiger
Equiden aufgrund der Struktur der
Hufkapselwand
Berlin: Diss. med. vet.
- Knezevic, P. 1959 Untersuchungen über die beschleu-
nigende Wirkung verschiedener
Salben auf das Wachstum des Huf- und
Klauenhorns
Wiener Tierärztliche Monatsschrift 46
70-92
- Köppenhöfer, K. 1940 Untersuchungen über die Widerstands-
fähigkeit von pigmentierten und
unpigmentierten Hufhorn der Klauen-
tiere
Berlin: Diss. med. vet.
- Kovacs, A. B. 1977 Prinzipien und neue Geräte zur
Klauenkorrektur bei Rindern in Groß-
betrieben der VR Ungarn
Monatshefte für Vet. Med. 32,
463-469

- Krzyslak, E. 1919 Untersuchungen über die Klauenhaut des Rindes.
Leipzig: Diss. med. vet.
- Mauske, S. 1971 Untersuchungen zur histologischen Klauenstruktur beim DS-Rind
Humboldt-Universität Berlin:
Diss. med. vet.
- Nickel, R. 1938 Über den Bau der Hufröhrchen und seine Bedeutung für den Mechanismus des Pferdehufes
Morph. Jb. Leipzig, 82, 119-160
- Nickel, R. 1939 Untersuchungen über den Bau des Pferdehufes mit besonderer Berücksichtigung des Hufmechanismus und von Hufkrankheiten
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 47, 521-524
- Nickel, R. 1949 Anordnung des Zwischenhornes an Trachte und Eckstrebe der Hufplatte
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 56, 1949, 34-36
- Pflug, W. 1978 Die Anpassung des Fleckviehs in Süd- und Südwest-Afrika, unter besonderer Berücksichtigung der Klauen
München: Diss. med. vet.
- Pietzsch, H. 1971 Untersuchungen über den Wassergehalt im Klauenhorn bei Rindern unter Berücksichtigung verschiedener Aufstallungsarten und über den Einfluß von Kupfersulfat und Formalin auf die Härte des Klauenhorns.
Diplomarbeit Humboldt-Universität Berlin (zitiert nach Dietz, O. 1971)
- Prentice, D. E. 1973 Growth and Wear Rates of Hoof Horn in Ayshire Cattles
Res. Vet. Sci. 14, 285-290
- Schmidt, D. 1973 Untersuchungen über Wachstum und Abnutzung des Klauenhorns bei Milchkühen unter den Bedingungen einer Variante der Gitterrosthaltung.
Berlin: Diss. med. vet.
- Schneider, P. 1980 Beurteilung der Gliedmaßenstellung und Klauenform, sowie Bestimmung der Abriebfestigkeit und des Wassergehalts des Klauenhorns
München: Diss. med. vet.

- Saasen, D. 1938 Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit pigmentierten und unpigmentierten Hufhornes
Berlin: Diss. med. vet. (zitiert nach Camara, S. 1971)
- Tscherne, L. 1910 Über die Beziehung der Qualität des Wandhornes der Pferdehufe zur histologischen Einrichtung derselben
Dresden: Diss. med. vet.
(zitiert nach Pflug, W. 1978)
- Wilkens, H. 1955 Zum mikroarchitektonischen Aufbau der Klauenepidermis.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 1955, 437-442
- Wilkens, H. 1963 Zur makroskopischen und mikroskopischen Morphologie der Rinderklaue mit einem Vergleich der Architektur von Klauen- und Hufröhrchen.
Zbl. Vet. Med. A. 11, Heft 3, 163-234
- Wyssmann, E. 1902 Zur Anatomie der Klauenlederhaut
Bern: Diss. med. vet. (zitiert nach Wilkens, H. 1963)
- Zietschmann, O. 1913 Zur Anatomie des Hufes vom Pferde
Betrachtungen über die Nomenklatur der Hufhautteile
Berl. Tierärztl. Wschr. 433-436, 452-455, 465-467

Tier- Nr.	Aufstal- lungsart	Schlachte- tag	Körper- gewicht m kg	Haut- gewicht h g	Extremität I cm II cm III cm IV cm	Klaue- nröhrchen je mm^2	Durchmesser des Einzelröhrchens x 10^{-2} mm s	Fläche des Einzel- röhrchens x 10^{-4} mm^2 s
1					II	45	2,81 $\pm$ 0,25	13,30 $\pm$ 3,82
3					III	47	3,58 0,63	18,24 6,24
4	T	26.4.78	570	56 9,8	IV	53	1,71 0,23	5,76 1,15
5	T	10.5.78	555	39 7,0	I	45	1,76 0,23	6,13 1,10
10	T	10.5.78	563	43 7,6	II	53	1,74 0,10	5,49 1,23
12	T	18.5.78	560	49 8,8	III	56	1,93 0,31	8,67 2,40
14	T	10.5.78	575	49 8,5	II	46	2,49 0,41	6,24 1,64
15	T	10.5.78	520	47 9,0	III	44	1,74 0,36	5,53 1,87
17	T	10.5.78	515	48 9,3	IV	46	1,81 0,36	5,52 1,63
18	V	24.5.78	620	49 7,9	I	46	1,79 0,24	8,68 2,50

V = Vollspaltenboden(Laufstall)

T = Teilspaltenboden(Armbindehaltung)

Tab 17 Vatergruppe 592 (Mehl 3.2.77) Fleckvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität $\frac{l_{1-4}}{h_{1-4}}$	Klaue- rörchen je mm ²	Durchmesser des Einzelrörchens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzel- rörchens $\times 10^{-4}$ mm ² s
2	V	10.5.78	555	59	I	41	2,16 $\pm$ 0,32	8,69 $\pm$ 2,63
6	V	19.5.78	560	48	IV	47	1,97 0,34	9,84 1,93
8	V	19.5.78	480	44	I	39	2,94 0,5	13,03 2,99
10	V	18.5.78	580	48	II	45	1,88 0,2	10,61 2,63
11	V	18.5.78	635	62	III	49	2,53 0,69	6,37 1,85
13	V	18.5.78	335	39	I	46	1,73 0,26	5,37 1,43
17	V	31.5.78	520	54	IV	47	1,99 0,29	10,90 2,34

Tab. 19. Watergruppe 583 (Norpat 3.2.77) Braunvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht <i>in kg</i>	Hautgewicht <i>in kg</i>	Extremitäten $\frac{H}{100}$ $\frac{L}{100}$ $\frac{F}{100}$ $\frac{H}{100}$ $\frac{L}{100}$ $\frac{F}{100}$	Klauienröhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzelröhrchens x 10 ⁻⁴ mm ² s	
1	V	26.4.78	570	44	7,72	IV	49	3,0 ± 0,54	14,87 ± 3,22
3	V	10.5.78	600	36	6,0	I	49	2,65 0,38	10,60 2,48
4	V	10.5.78	655	49	7,48	III	40	2,61 0,63	11,0 0,40
5	V	18.5.78	605	39	6,45	I	45	1,65 0,29	6,07 1,14
6	V	24.5.78	655	39	5,95	III	47	1,46 0,2	4,73 1,29
7	V	18.5.78	570	42	7,37	II	48	1,60 0,26	5,64 1,20
8	V	18.5.78	595	39	6,55	IV	48	1,61 0,27	4,69 1,19
9	V	24.5.78	565	37	6,55	II	45	1,91 0,26	10,55 2,60
10	V	24.5.78	515	37	7,18	III	46	1,51 0,24	5,09 1,02
11	V	24.5.78	564	39	6,91	IV	40	1,77 0,24	6,06 1,30
12	V	7.6.78	510	39	7,65	I	45	1,53 0,25	5,95 1,36

Tab. 19 Vatergruppe 584 (Ellison 4.2.77) Braunvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität	Klauenröhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzelröhrchens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	V	26.4.78	565	35 6,19	I	42	2,09 ± 0,31	8,76 ± 1,99
2	V	10.5.78	550	49 8,91	IV	45	2,26 0,32	9,27 2,07
4	V	10.5.78	610	57 9,34	III	51	2,22 0,50	10,33 2,02
5	V	10.5.78	510	39 6,96	II	42	2,10 0,33	9,13 1,87
8	V	24.5.78	565	4 8,14	III	45	1,52 0,25	5,57 1,06
10	V	24.5.78	515	39 7,57	IV	51	1,46 0,22	6,61 1,36
11	V	24.5.78	525	42 8,0	II	53	1,56 0,24	5,79 1,33
12	V	24.5.78	520	47 9,04	I	55	1,53 0,21	5,69 1,25

Tab. 20 Watergruppe 585 (Britteroy 4.2.77) Braunvieh

Tier- Nr.	Aufstal- lungsart	Schlacht- tag	Körper- gewicht m^3/kg	Haut- gewicht kg $\frac{kg}{m^2}$	Extremität $\frac{I}{I}, \frac{II}{II}, \frac{III}{III}, \frac{IV}{IV}, \frac{V}{V}$	Klaue- nröhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzel- röhrchens $\times 10^{-4}$ mm ² s
3	V	24.5.78	600	48 8,0	I	51	1,46 $\pm$ 0,22	5,64 $\pm$ 1,19
4	V	24.5.78	600	45 7,5	II	48	1,74 0,29	5,48 1,13
6	V	24.5.78	610	44 7,21	IV	58	2,56 0,37	9,75 2,00
7	V	31.5.78	630	48 7,62	II	53	2,92 0,53	10,45 2,31
8	V	7.6.78	605	47 7,77	III	42	2,83 0,37	12,72 2,92
9	V	7.6.78	590	46 7,8	I	52	1,52 0,26	6,40 1,19
11	V	7.6.78	620	48 7,74	I	42	1,96 0,34	7,11 1,67

Tab.21 Vatergruppe 586 (Kranich 12.4.77) Fleckvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität	Klauenröhrchen je n. 2	Durchmesser des Einzelröhrchens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzelröhrchens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	T	31.5.78	518	39 7,53	IV	55	2,49 + 0,34	11,21 ± 2,29
2	T	19.7.78	641	56 8,74	I	46	2,11 0,32	7,77 1,48
3	T	31.5.78	610	57 9,34	II	42	1,75 0,25	5,73 1,19
4	T	19.7.78	618	41 6,63	II	46	2,11 0,32	7,77 1,48
6	T	26.7.78	378	35 9,26	IV	44	2,35 0,51	10,29 2,61
7	T	7.6.7	574	47 8,19	II	57	1,71 0,22	4,59 0,97
8	T	26.7.78	543	42 7,73	III	48	2,07 0,35	7,48 1,33
9	T	7.6.78	571	48 8,58	I	49	3,01 0,97	12,26 2,10
10	T	2.8.73	603	49 8,13	II	49	1,70 0,23	6,46 1,24
11	T	2.8.78	658	47 7,14	IV	53	1,71 0,23	6,09 1,25
12	V	14.6.78	531	48 9,04	III	44	2,01 0,28	7,13 1,55
13	V	2.8.78	524	49 9,35	I	50	1,88 0,22	6,11 1,34
14	V	14.6.78	565	48 8,5	III	53	1,70 0,29	6,14 1,58
15	V	9.8.73	670	59 8,81	I	51	1,48 0,24	4,67 1,12
16	V	14.6.78	460	37 7,06	II	57	2,69 0,47	10,64 2,12
17	V	9.8.78	590	53 8,98	IV	45	1,96 0,28	7,01 0,97
18	V	21.6.78	525	43 8,19	II	47	2,93 0,69	10,53 2,19

Tab. 22 Watergruppe 587 (Sadat 14.4.77) Fleckvieh

Tier- Nr.	Aufstal- lungsart	Schlacht- tag	Körper- gewicht " kg	Haut- gewicht " g	Extremität I, II, III, IV re, le	Klaue- röhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrchens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	T	7. 6.78	540	47	IV	46	1,47 ± 0,23	5,23 ± 1,17
2	V	2. 8.78	550	46	I	54	2,10 0,29	6,36 0,96
4	V	21. 6.78	665	49	II	47	2,03 0,24	7,69 1,70
5	V	14. 6.78	465	39	IV	62	1,39 0,20	4,20 0,76
6	V	9. 8.78	615	49	III	48	2,36 0,33	7,69 1,68
8	V	9. 8.78	500	47	I	48	2,22 0,31	8,10 1,35
9	V	14. 6.78	565	49	I	50	1,59 0,29	5,56 1,13
10	V	9. 8.78	490	39	II	58	1,77 0,30	5,29 1,12
11	V	7. 8.78	520	58	II	59	1,83 0,37	7,54 2,26
12	V	21. 6.78	501	46	III	54	2,13 0,31	10,84 2,45
14	V	28. 6.78	550	49	II	57	3,26 0,62	14,09 4,24
15	V	17. 8.78	640	58	III	48	2,53 0,31	8,61 1,55
17	V	17. 8.78	530	47	II	52	2,24 0,36	7,41 1,59
18	V	5. 7.78	552	51	II	62	1,62 0,35	6,47 1,22

Tab. 23 Vatergruppe 588 (Delekast 14.4.77) Braunvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität	Klaue- röhren je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	V	26.07.	534	56	I	56	2,14 ± 0,53	9,22 ± 2,28
2	V	26.07.	544	49	II	57	2,12 ± 0,30	9,13 ± 2,02
3	V	02.08.	640	49	III	55	2,60 ± 0,38	7,74 ± 1,68
4	V	02.08.	641	59	IV	52	2,38 ± 0,39	8,92 ± 2,30
5	V	02.08.	531	49	I	50	1,94 ± 0,35	7,53 ± 2,29
6	T	02.08.	568	46	II	50	2,53 ± 0,41	9,80 ± 2,54
8	T	02.08.	552	49	III	55	2,04 ± 0,43	6,67 ± 1,30
10	T	09.08.	594	47	IV	49	3,09 ± 0,34	10,88 ± 2,41
11	T	09.08.	536	47	IV	66	1,97 ± 0,30	7,48 ± 2,23
12	T	17.08.	498	48	II	53	1,98 ± 0,19	6,19 ± 1,24

Tab. 24 Vaterschuppe 500 (Höhe 15.4.77) Braunvieh

Tier- nr.	Aufzucht- fütterart	Schlacht- tag	Körper- gewicht	Haut- gewicht	Extremität	Klaue- röhren je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzel- röhrens $\times 10^{-4}$ cm ² s
1	V	05.07.	593	47	II	52	$2,59 \pm 0,46$	$9,95 \pm 2,07$
2	V	12.07.	542	40	II	60	$2,76 \pm 0,57$	$8,24 \pm 1,72$
3	V	12.07.	522	41	III	54	$3,07 \pm 0,38$	$11,58 \pm 2,25$
5	V	19.07.	610	56	IV	50	$2,12 \pm 0,38$	$8,07 \pm 1,86$
6	V	19.07.	606	47	I	55	$2,21 \pm 0,43$	$10,89 \pm 2,36$
7	V	19.07.	544	43	III	60	$2,60 \pm 0,39$	$10,31 \pm 1,34$
8	V	26.07.	624	54	IV	59	$2,95 \pm 0,52$	$15,66 \pm 3,23$
9	V	26.07.	551	48	I	53	$1,94 \pm 0,25$	$7,75 \pm 1,30$
10	V	26.07.	535	43	II	57	$2,06 \pm 0,26$	$7,90 \pm 1,75$
11	V	02.08.	545	49	IV	55	$2,57 \pm 0,48$	$6,46 \pm 1,34$
12	V	02.08.	615	47	III	56	$3,47 \pm 0,55$	$11,78 \pm 2,80$

Tab. 25 Vatergruppe 590 (Slpol 15.4.79) Braunvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität	Klaue- rörchen je mm ²	Durchmesser des Einzelrörchens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzel- rörchens $\times 10^{-4}$ mm ² s
1	V	12.07.	583	45	IV	49	2,94 $\pm$ 0,45	10,94 $\pm$ 1,94
2	V	12.07.	593	48	I	57	2,21 $\pm$ 0,29	6,83 $\pm$ 1,49
3	V	19.07.	616	42	II	53	3,20 $\pm$ 0,50	11,46 $\pm$ 2,23
4	V	19.07.	519	43	IV	59	3,21 $\pm$ 0,45	11,39 $\pm$ 2,80
5	V	19.07.	519	42	III	60	2,03 $\pm$ 0,30	8,16 $\pm$ 1,96
6	V	26.07.	529	46	II	54	2,44 $\pm$ 0,26	5,93 $\pm$ 1,08
7	V	26.07.	560	44	IV	62	2,49 $\pm$ 0,47	9,60 $\pm$ 1,81
8	V	26.07.	619	49	I	48	2,65 $\pm$ 0,44	9,69 $\pm$ 1,89
10	T	09.08.	622	49	II	48	2,11 $\pm$ 0,31	8,71 $\pm$ 1,78
11	T	09.08.	622	48	III	62	1,69 $\pm$ 0,27	7,11 $\pm$ 1,77

Tab. 26. Haisgrößen 591 (Machtung 11.5.77) Fleckwisch

Tier- nr.	Zustell- lungsart	Schlacht- tag	Körper- gewicht	Haut- gewicht	Extremität	Flauen- röhren je mm^2	Durchmesser des Einzelröhrens $\times 10^{-2} \text{ mm s}$	Fläche des Einzel- röhrens $\times 10^{-4} \text{ mm}^2 \text{ s}$
1	T	21.06.	565	47	IV	48	$2,0 \pm 0,27$	$8,23 \pm 1,49$
2	T	17.08.	610	48	II	62	$2,40 \pm 0,40$	$8,79 \pm 1,43$
3	I	28.06.	570	49	I	62	$2,08 \pm 0,40$	$10,01 \pm 2,11$
4	T	17.08.	550	42	III	61	$2,61 \pm 0,39$	$7,90 \pm 1,69$
5	T	28.06.	506	33	IV	55	$3,43 \pm 0,75$	$11,93 \pm 1,75$
6	T	17.08.	565	33	IV	58	$2,06 \pm 0,33$	$6,69 \pm 1,26$
7	T	28.06.	470	39	II	53	$2,32 \pm 0,35$	$8,55 \pm 1,69$
8	T	17.08.	565	44	I	56	$1,72 \pm 0,25$	$5,45 \pm 1,20$
9	T	28.08.	610	44	II	60	$2,16 \pm 0,30$	$6,75 \pm 1,05$
10	W	08.09.	525	45	III	56	$3,15 \pm 0,38$	$10,43 \pm 1,60$
11	V	19.07.	572	48	I	49	$3,80 \pm 0,50$	$17,43 \pm 3,92$
12	T	12.09.	525	45	II	56	$2,22 \pm 0,29$	$9,07 \pm 1,87$
13	T	12.09.	515	44	I	51	$2,49 \pm 0,31$	$9,26 \pm 1,93$
14	T	12.09.	525	55	I	53	$2,22 \pm 0,28$	$9,23 \pm 1,74$
15	T	26.07.	535	47	I	43	$2,01 \pm 0,30$	$6,87 \pm 1,44$
16	T	12.09.	548	48	III	60	$2,60 \pm 0,31$	$8,85 \pm 2,27$
17		26.07.			IV	52	$2,06 \pm 0,50$	$10,49 \pm 3,24$

Tab. 27 Vatergruppe 592 (Popp 14.5.77) Fleckvieh

Tier- nr.	Aufstal- lungsart	Schlacht- tag	Körper- gewicht	Haut- gewicht	Extremität I II III IV	Klaue- nröhrchen je mm ²	Durchmesser des Klaue- nröhrchens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzel- nröhrchens $\times 10^{-4}$ mm ² s
1	T	23.08.	540	42	IV	60	2,11 $\pm$ 0,40	6,18 $\pm$ 1,15
2	V	30.08.	510	48	IV	49	3,23 $\pm$ 1,78	8,92 $\pm$ 1,36
3	V	30.08.	530	49	III	62	3,04 $\pm$ 0,41	12,78 $\pm$ 2,49
7	V	06.09.	535	49	III	47	5,39 $\pm$ 1,34	24,38 $\pm$ 7,80
8	V	06.09.	580	59	I	65	1,31 $\pm$ 0,27	5,81 $\pm$ 1,18
9	T	06.09.	550	46	II	58	1,96 $\pm$ 0,29	7,19 $\pm$ 1,30
12	V	06.09.	570	58	III	63	3,20 $\pm$ 0,36	12,60 $\pm$ 2,73
13	T	06.09.	570	56	IV	56	1,79 $\pm$ 0,28	7,60 $\pm$ 1,78
14	V	06.09.	577	45	I	68	1,82 $\pm$ 0,29	5,95 $\pm$ 1,11
17	V	06.09.	470	42	III	69	2,31 $\pm$ 0,31	8,01 $\pm$ 1,64
18	T	12.09.	550	49	III	54	2,68 $\pm$ 0,33	8,51 $\pm$ 2,24

Tag- nr.	Aufstau- lungsart	Sammel- tag	Körper- gewicht	Haut- gewicht	Extremität	Klaue- röhren je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	T	21.06.	565	42	II	56	1,52 ± 0,28	5,52 ± 0,97
2	T	17.08.	590	57	I	65	2,51 ± 0,40	9,08 ± 2,31
3	T	05.07.	523	42	III	51	2,76 ± 0,43	9,70 ± 2,09
4	V	23.08.	525	40	IV	55	1,75 ± 0,26	5,62 ± 1,00
8	V	23.08.	590	52	I	53	2,23 ± 0,25	6,47 ± 1,44
9	V	05.07.	490	44	I	64	2,01 ± 0,26	9,65 ± 1,67
11	V	23.08.	600	49	II	60	2,11 ± 0,26	5,95 ± 0,95
13	V	30.08.	565	39	IV	59	2,86 ± 0,36	11,29 ± 0,39
14	V	12.07.	602	45	II	53	1,74 ± 0,30	6,20 ± 1,07
15	V	30.06.	626	43	III	56	3,35 ± 0,40	14,56 ± 3,13
16	V	12.07.	496	43	II	67	1,89 ± 0,36	7,59 ± 2,41
18	V	12.07.	542	44	III	51	1,52 ± 0,18	5,40 ± 1,26

Tab. 22 Vatergruppe 594 (Dicktar 14.5.77) Fleckvieh

Pier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität I II III IV V	Klaue- röhren je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	T	05.07.	543	53	I	73	1,15 ± 0,14	3,61 ± 1,04
2	T	23.08.	550	39	III	55	2,28 ± 0,26	7,56 ± 1,65
3	T	05.07.	540	51	III	55	1,98 ± 0,29	8,06 ± 1,34
4	T	23.08.	580	49	IV	59	2,70 ± 0,28	8,65 ± 2,05
5	T	05.07.	532	51	II	68	1,73 ± 0,27	6,35 ± 1,43
6	T	23.08.	540	39	I	64	1,86 ± 0,25	5,56 ± 1,04
7	T	05.07.	533	46	IV	67	2,80 ± 0,51	8,64 ± 1,68
8	V	23.08.	660	52	II	64	1,94 ± 0,24	6,85 ± 0,18
9	V	12.07.	566	48	I	60	1,86 ± 0,26	6,73 ± 0,96
10	V	30.08.	545	49	I	54	2,77 ± 0,40	10,01 ± 1,75
11	V	23.08.	600	53	II	85	2,02 ± 0,29	8,77 ± 1,45
12	V	12.07.	509	42	II	56	2,09 ± 0,28	6,33 ± 0,88
14	V	12.07.	472	43	III	57	2,18 ± 0,31	8,22 ± 2,12
15	V	30.08.	580	49	I	62	2,28 ± 0,26	7,56 ± 1,65
16	V	12.07.	593	52	IV	61	2,39 ± 0,32	8,11 ± 1,88
17	V	30.08.	475	39	II	51	2,45 ± 0,40	12,92 ± 2,62
18	V	19.07.	516	48	III	56	3,56 ± 0,62	15,63 ± 2,95

Tab. 31 Vatergruppe 596 (Saro 7.7.77) Fleckvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität I II III IV V VI VII VIII IX X	Klaue- röhren je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzel- röhrens $\times 10^{-4}$ mm ² s
1	T	17.08.	510	49	I	58	$1,61 \pm 0,22$	$5,49 \pm 1,01$
4	T	03.10.	624	58	IV	55	$3,64 \pm 0,43$	$13,96 \pm 2,80$
5	T	23.08.	530	49	III	63	$2,02 \pm 0,28$	$5,46 \pm 1,13$
7	T	23.08.	585	49	IV	65	$2,52 \pm 0,29$	$7,46 \pm 1,95$
9	T	23.08.	445	42	I	63	$2,16 \pm 0,28$	$8,55 \pm 1,45$
10	T	18.10.	481	45	I	61	$1,75 \pm 0,26$	$4,36 \pm 0,98$
11	T	18.10.	490	49	I	52	$1,50 \pm 0,24$	$4,72 \pm 0,95$
12	T	23.08.	510	49	II	66	$2,29 \pm 0,29$	$8,22 \pm 1,42$
13	T	25.10.	640	59	II	61	$2,26 \pm 0,38$	$6,43 \pm 1,25$
15	T	25.10.	605	57	III	62	$2,83 \pm 0,32$	$9,25 \pm 2,19$
16	T	06.09.	475	39	II	64	$1,73 \pm 0,26$	$5,63 \pm 1,21$

Tab. 22. Vatersgruben von "Gorybia" Felsch, 1914

Trieb- nr.	Aufstuf- lungsart	Schlacht- tag	Körper- gewicht	Haut- gewicht	Extremität " " " "	Klaue- nr. röhrchen ²	Durchmesser des Einzelröhrchens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläch. des Einzel- röhrchens $\times 10^{-4}$ mm ² s
1	I	30.08.	550	49	II	50	2,27 $\pm$ 0,35	9,26 $\pm$ 1,41
2	V	25.10.	575	55	III	45	2,53 $\pm$ 0,41	10,59 $\pm$ 1,95
3	V	06.09.	495	42	I	52	2,36 $\pm$ 0,46	7,01 $\pm$ 1,22
5	V	12.09.	522	49	II	56	1,32 $\pm$ 0,19	4,13 $\pm$ 1,10
6	V	08.11.	581	54	II	45	2,73 $\pm$ 0,44	16,02 $\pm$ 4,62
7	V	19.09.	630	48	II	52	2,26 $\pm$ 0,43	7,03 $\pm$ 1,35
8	V	08.11.	585	49	IV	54	3,34 $\pm$ 0,48	20,40 $\pm$ 8,78
9	V	19.09.	535	52	I	51	2,91 $\pm$ 0,49	11,30 $\pm$ 3,52
11	V	08.11.	536	51	I	44	3,24 $\pm$ 0,43	15,28 $\pm$ 2,97
12	V	19.09.	604	57	IV	38	2,16 $\pm$ 0,32	8,58 $\pm$ 2,05
13	V	15.11.	570	51	I	53	3,65 $\pm$ 0,44	13,61 $\pm$ 2,66
14	V	19.09.	550	58	III	44	3,21 $\pm$ 0,56	16,70 $\pm$ 0,48
17	V	22.11.	524	52	I	58	2,65 $\pm$ 0,38	10,13 $\pm$ 2,88
18	V	15.11.	476	45	II	49	1,57 $\pm$ 0,20	4,32 $\pm$ 1,06

Tab. 33 Vatergruppe 598 (Proual) Fleckvieh

Tier-Nr.	Aufstall-laufsart	Schlacht-tag	Körper-gewicht	Haut-gewicht	Extremität $\frac{I}{II} \frac{III}{IV} \frac{V}{VI} \frac{VII}{VIII} \frac{IX}{X}$	Klauen-röhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzel-röhrchens $\times 10^{-4}$ mm ² s
1	T	30.08.	525	49	III	55	3,02 $\pm$ 0,47	14,28 $\pm$ 4,09
2	T	25.10.	598	54	I	53	2,17 $\pm$ 0,47	6,48 $\pm$ 1,24
3	V	06.09.	530	45	IV	54	2,22 $\pm$ 0,34	6,86 $\pm$ 1,31
4	V	02.11.	585	49	I	62	1,94 $\pm$ 0,31	7,62 $\pm$ 1,21
5	V	06.09.	500	47	IV	56	2,72 $\pm$ 0,37	8,83 $\pm$ 1,68
6	V	02.11.	576	49	II	56	3,45 $\pm$ 0,56	14,04 $\pm$ 3,37
8	V	02.11.	610	56	III	52	4,32 $\pm$ 0,75	17,90 $\pm$ 4,25
9	V	12.09.	525	48	I	53	1,46 $\pm$ 1,80	4,86 $\pm$ 1,01
10	V	02.11.	580	53	IV	66	2,80 $\pm$ 0,33	13,82 $\pm$ 3,57
12	V	12.09.	505	44	I	53	1,66 $\pm$ 0,31	5,13 $\pm$ 1,33
13	V	02.11.	575	48	I	59	2,58 $\pm$ 0,36	9,54 $\pm$ 1,67
14	V	19.09.	578	48	III	63	2,98 $\pm$ 0,49	13,93 $\pm$ 3,65
15	V	08.11.	602	51	IV	54	3,50 $\pm$ 0,48	15,92 $\pm$ 2,57
16	V	19.09.	508	45	I	68	2,49 $\pm$ 0,33	9,95 $\pm$ 3,89
17	V	15.11.	624	57	II	58	2,39 $\pm$ 0,31	10,00 $\pm$ 1,97
18	V	02.11.	547	48	II	63	2,37 $\pm$ 0,51	7,78 $\pm$ 2,24

Tab. 34. Vötergruppe 599 (Greckst) Flöschvögel

Thier-Nr.	Aufstufungsart	Schlachttag	Perforergewicht	Hintergewicht	Extremität	Klaue nröhren je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzelröhrens x 10 ⁻⁴ mm ² s
3	T	03.10.	360	38	I	72	2,03 ± 0,31	6,09 ± 1,13
4	V	22.11.	660	68	II	58	2,26 ± 0,32	7,47 ± 1,26
5	T	03.10.	500	48	III	66	1,99 ± 0,29	5,43 ± 1,24
6	V	03.10.	605	49	III	64	2,26 ± 0,35	4,46 ± 2,39
7	T	03.10.	520	46	IV	58	2,83 ± 0,46	10,39 ± 2,60
8	V	22.11.	591	48	IV	59	3,63 ± 0,71	11,38 ± 2,80
10	V	22.11.	660	56	I	71	2,23 ± 0,36	7,48 ± 2,08
11	V	29.11.	710	48	II	55	2,21 ± 0,29	6,50 ± 1,66
12	T	11.10.	485	44	II	60	1,89 ± 0,32	4,66 ± 3,02
13	V	29.11.	530	58	III	56	2,79 ± 1,15	9,44 ± 1,78
14	T	11.10.	445	44	IV	68	2,13 ± 0,31	8,30 ± 1,72
15	T	29.11.	537	52	IV	66	2,33 ± 0,31	10,45 ± 2,60
16	T	11.10.	545	57	III	62	2,41 ± 0,32	7,74 ± 1,71
16	V	18.11.	514	53	III	64	2,05 ± 0,44	7,70 ± 1,57

Tab. 35 Vätergruppe 601 (Malo 19.8.77) Fleckvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Exträmität	Klauentröhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzeltröhrchens x 10 ⁻² mm	Fläche des Einzeltröhrchens x 10 ⁻⁴ mm ²
1	V	25.09.	590	49	IV	63	2,99 ± 0,47	16,37 ± 4,40
2	V	22.11.	678	58	II	64	2,48 ± 0,35	11,03 ± 2,51
3	T	03.10.	480	48	I	65	2,61 ± 0,21	5,76 ± 1,36
4	V	22.11.	616	49	III	71	2,80 ± 0,33	11,89 ± 2,04
5	T	03.10.	536	49	I	70	1,65 ± 0,26	5,35 ± 1,08
6	T	29.11.	570	48	II	57	2,62 ± 0,43	9,29 ± 3,10
7	T	11.10.	480	43	I	71	2,14 ± 0,35	9,05 ± 2,06
8	T	06.12.	598	54	II	60	2,37 ± 0,33	9,49 ± 1,82
9	T	18.11.	481	44	I	63	2,82 ± 0,39	10,28 ± 2,54
10	T	06.12.	528	45	III	62	3,58 ± 0,74	15,14 ± 4,61
11	T	06.12.	520	52	IV	58	3,30 ± 0,57	13,76 ± 3,48
12	T	18.11.	500	43	IV	60	2,70 ± 0,46	11,85 ± 3,44
13	T	13.12.	570	45	I	47	3,54 ± 0,76	18,64 ± 3,85
14	V	18.11.	476	42	I	55	1,83 ± 0,24	7,07 ± 1,51
15	T	13.12.	530	42	II	63	2,97 ± 0,68	11,77 ± 3,97
16	V	25.10.	550	46	IV	54	3,04 ± 0,44	12,91 ± 4,25
17	T	20.12.	590	42	I	59	2,22 ± 0,45	10,75 ± 2,21
18	V	02.11.	420	38	II	73	1,77 ± 0,37	8,34 ± 1,93

Tier- Nr.	Anatom- lungsart	Schlacht- tag	Körper- gewicht	Haut- gewicht	Exerzität $\frac{H}{K} \cdot \frac{F}{G}$	Klaue- röhren je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens $\times 10^{-2}$ mm	Fläche des Einzel- röhrens $\times 10^{-4}$ mm ²
1	I	25.10.	510	39	I	47	2,22 $\pm$ 0,42	6,71 $\pm$ 2,07
2	I	29.11.	587	49	III	62	3,01 $\pm$ 0,59	12,18 $\pm$ 2,58
3	I	11.10.	560	45	I	65	2,04 $\pm$ 0,32	6,56 $\pm$ 1,33
4	I	29.11.	590	49	IV	59	3,46 $\pm$ 0,46	11,27 $\pm$ 2,60
5	I	11.10.	520	39	II	36	3,97 $\pm$ 0,52	25,80 $\pm$ 5,40
7	I	11.10.	532	46	III	54	1,73 $\pm$ 0,27	5,69 $\pm$ 1,52
8	I	29.11.	591	53	I	61	2,32 $\pm$ 0,35	9,16 $\pm$ 1,33
9	I	11.10.	565	38	IV	66	2,21 $\pm$ 0,37	8,45 $\pm$ 1,67
10	I	29.11.	598	46	II	56	4,03 $\pm$ 0,83	19,00 $\pm$ 3,76
11	I	29.11.	562	44	I	78		
12	I	15.11.	555	46	II	63	2,22 $\pm$ 0,52	9,73 $\pm$ 1,88
13	I	29.11.	637	55	II	61	2,23 $\pm$ 0,30	7,33 $\pm$ 1,33
14	I	13.10.	475	39	I	43	3,01 $\pm$ 0,59	12,18 $\pm$ 2,58

Tab. 37 Vatergruppe 603 (Samara), Flechtvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität I II III IV V VI VII VIII IX X	Klaue- röhren je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrens x 10 ⁻⁴ mm ² s
2	T	06.12.	614	56	III	49	3,60 ± 0,70	15,98 ± 12,18
4	T	13.12.	618	52	III	54	3,16 ± 0,45	12,61 ± 5,06
5	T	18.10.	475	38	II	55	2,87 ± 0,43	17,03 ± 3,81
6	T	13.12.	580	49	IV	75	2,99 ± 0,46	8,96 ± 1,49
7	V	25.10.	498	45	II	43	2,95 ± 0,69	11,76 ± 3,06
8	T	13.12.	450	39	I	64	1,99 ± 0,28	6,68 ± 1,62
9	V	25.10.	624	62	III	54	5,31 ± 0,79	30,08 ± 5,77
10	T	13.12.	558	49	II	63	3,21 ± 0,49	11,11 ± 2,58
11	T	13.12.	633	59	III	78	1,70 ± 0,23	6,16 ± 1,30
13	T	20.12.	632	51	II	62	2,89 ± 0,57	11,82 ± 2,79
14	V	02.11.	610	52	III	68	4,86 ± 0,64	24,02 ± 4,59
15	T	20.12.	600	52	III	49	5,08 ± 0,99	16,01 ± 6,12
16	V	02.11.	581	48	I	56	2,81 ± 0,54	10,37 ± 2,19
17	T	20.12.	558	49	IV	51	2,53 ± 0,48	10,13 ± 2,09
18	T	08.11.	580	56	III	56	4,08 ± 0,84	35,99 ± 9,17

Tier- nr.	Aufstal- lungsart	Schlachte- tag	Körper- gewicht " kg	Haut- gewicht " kg	Extremität " " " "	Klauen- röhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrchens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	V	02.11.	505	43	I	65	2,19 ± 0,33	8,86 ± 1,56
2	V	20.12.	600	59	I	57	3,22 ± 0,42	12,90 ± 3,27
3	T	08.11.	524	49	I	55	2,91 ± 0,42	11,84 ± 2,51
4	V	20.12.	616	53	II	59	2,22 ± 0,31	7,21 ± 2,11
5	T	08.11.	551	49	II	62	2,19 ± 0,37	7,88 ± 1,69
6	V	04.01.	615	59	I	54	1,98 ± 0,30	9,13 ± 2,29
7	T	08.11.	530	50	III	62	2,75 ± 0,42	14,91 ± 3,16
8	V	14.01.	650	56	II	57	2,61 ± 0,52	12,72 ± 3,55
9	T	08.11.	508	48	II	69	2,34 ± 0,45	10,71 ± 2,09
10	V	04.01.	578	55	III	43	4,73 ± 0,81	22,02 ± 5,93
11	V	04.01.	630	65	IV	43	4,72 ± 0,84	24,97 ± 6,25
12	T	15.11.	608	58	III	50	2,98 ± 0,38	10,44 ± 2,26
13	V	04.11.	576	60	I	59	2,45 ± 0,51	14,99 ± 3,00
14		15.11.			II	45	3,92 ± 0,63	19,13 ± 4,04
15	V	04.01.	575	55	II	63	2,76 ± 0,41	12,01 ± 2,08
16	T	15.11.	563	50	I	49	3,46 ± 0,29	13,56 ± 2,37
17	T	10.01.	583	57	I			

Tab. 39 Vatersgruppe 605 (Holax) Fleckvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität	Klaue- röhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrchens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	V	25.10.	525	46	IV	60	3,22 ± 0,50	13,38 ± 2,99
2	V	20.12.	571	53	III	55	3,74 ± 0,68	11,87 ± 4,92
5	T	15.11.	468	39	III	68	2,76 ± 0,30	9,84 ± 2,06
6	T	10.01.	562	49	III	47	2,80 ± 0,39	10,22 ± 2,49
7	T	15.11.	517	41	IV	62	2,43 ± 0,31	9,15 ± 1,71
8	T	10.01.	550	47	IV	43	2,58 ± 0,43	9,01 ± 1,55
10	T	17.01.	491	49	III	55	1,96 ± 0,22	7,05 ± 1,37
11	T	17.01.	435	49	II	61	1,87 ± 0,24	7,95 ± 1,69
12	T	15.11.	387	37	III	68	2,77 ± 0,35	14,08 ± 3,16
13	T	17.01.	564	57	III	55	3,45 ± 0,42	14,31 ± 3,02
14	T	22.11.	535	44	IV	50	2,72 ± 0,39	13,11 ± 3,57
15	T	24.01.	584	51	III	59	3,56 ± 0,60	18,08 ± 4,05
16	T	29.11.	570	45	I	48	2,32 ± 0,26	8,68 ± 1,67
17	T	24.01.	617	56	IV	47	3,47 ± 0,41	14,30 ± 2,96
18	T	29.11.	540	49	IV	64	2,09 ± 0,34	10,46 ± 2,71

Tab. 11 Vatermutter 507 (Hamburg) Fleckvieh

Tier- Nr.	Aufstal- lungsart	Schlacht- tag	Körper- gewicht	Haar- gewicht	Lebenszeit	Plauer- rücken je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens x 10 ⁻² mm	Fläche des Einzelröhr- chens x 10 ⁻⁴ mm ²
1		04.01.	540	49	11	57	3,61 ± 0,62	18,55 ± 4,66
3		15.11.	555	54	11	60	3,61 ± 0,66	18,55 ± 2,08
5		22.11.	555	56	11	59	3,66 ± 0,62	11,56 ± 2,46
6		23.01.	500	44	11	59	3,08 ± 0,35	11,47 ± 1,11
7		20.11.	458	46	11	66	3,66 ± 0,66	10,72 ± 3,63
8		17.11.	454	41	11	64	3,69 ± 0,67	10,77 ± 2,44
9		17.11.	421	39	11	70		
10		21.01.	447	41	11	57	3,62 ± 0,56	16,68 ± 4,05
11		31.11.	455	41	11	44	3,26 ± 0,62	11,81 ± 2,45
12		07.12.	345	48	11	59	3,11 ± 0,66	13,44 ± 3,18
13		13.12.	511	51	11	55	2,85 ± 0,35	9,86 ± 1,83
14		17.12.	555	54	11	63	3,61 ± 0,62	10,47 ± 2,26
15		23.12.	551	61	11	60	3,69 ± 0,60	22,71 ± 6,10
17		21.12.	512	48	11	67	3,55 ± 0,35	22,12 ± 2,27
18		20.12.	441	44	11	55	2,71 ± 0,26	7,38 ± 1,19

St.- Nr.	Material- nummer	Seitenzahl- Nr.	Seitenzahl- gesamt	Blatt- gesamt	Interpretat	Klaue- nr. je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	V	4.01.	530	48	I	53	2,92 ± 0,62	10,93 ± 2,99
2	V	10.01.	533	47	II	54	3,36 ± 0,46	10,04 ± 2,94
3	V	10.01.	538	49	II	55	4,42 ± 0,55	9,93 ± 1,95
4	T	21.02.	538	46	I	61	2,39 ± 0,46	9,42 ± 2,80
5	V	04.01.	541	53	III	50	5,12 ± 0,84	21,38 ± 6,25
7	T	10.01.	595	47	I	55	2,17 ± 0,32	10,04 ± 2,07
8	V	21. 2.	-	-	II	60	2,56 ± 0,40	8,95 ± 2,02
9	V	04. 1.	552	41	IV	53	3,43 ± 0,80	10,61 ± 3,23
10	T	26. 2.	581	47	IV	57	3,61 ± 0,61	17,08 ± 4,53
11	T	26. 2.	538	48	I	58	3,49 ± 0,47	13,06 ± 3,00
12	V	10. 1.	500	43	II	56	2,43 ± 0,36	8,29 ± 2,14
14	V	10. 1.	571	41	III	59	2,90 ± 0,35	9,30 ± 1,93
15	V	15. 12.	394	49	IV	63	2,66 ± 0,28	9,29 ± 1,75
16	T	24. 11.	515	48	III	51	3,36 ± 0,46	12,88 ± 1,94
17	V	14. 3.	591	48	III	61	2,76 ± 0,42	8,52 ± 1,84
18	T	31. 1.	491	45	III	50	3,92 ± 0,62	15,93 ± 2,99

Tab. 43 Vatergruppe 609 (Uho 16.11.77) Fleckvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität $\frac{l}{h} \frac{c}{d} \frac{e}{f} \frac{g}{h}$	Klaue röhren je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzel- röhrens $\times 10^{-4}$ mm ² s
2	T	14.02.	516	43	III	59	3,08 $\pm$ 0,40	12,20 $\pm$ 1,93
3	V	04.01.	558	49	II	62	2,95 $\pm$ 0,52	11,47 $\pm$ 2,05
4	T	21.02.	487	44	III	57	3,59 $\pm$ 0,65	13,68 $\pm$ 3,15
5	V	04.01.	474	43	III	72	2,62 $\pm$ 0,42	12,44 $\pm$ 2,41
6	T	21.02.	662	62	IV	52	2,92 $\pm$ 0,46	10,61 $\pm$ 1,94
7	V	04.01.	587	52	IV	59	3,28 $\pm$ 0,62	14,78 $\pm$ 2,80
9	V	10.01.	604	58	IV	50	3,05 $\pm$ 0,60	11,03 $\pm$ 2,66
10	T	28.02.	649	53	II	64	2,69 $\pm$ 0,61	12,90 $\pm$ 3,17
11	T	28.02.	594	55	III	59	2,42 $\pm$ 0,35	10,05 $\pm$ 2,08
13	T	28.02.	605	54	IV	60	3,10 $\pm$ 0,64	14,99 $\pm$ 3,39
14	V	10.01.	558	53	I	69	2,11 $\pm$ 0,28	7,45 $\pm$ 1,48
16	V	10.01.	527	52	II	57	1,94 $\pm$ 0,33	7,48 $\pm$ 1,70
17	T	28.02.	550	45	I	67	2,48 $\pm$ 0,27	9,74 $\pm$ 2,03
18	T	17.01.	546	49	II	65	2,22 $\pm$ 0,29	8,79 $\pm$ 1,32

Tabell- Nr.	Art- stein- Art	Seiten- Lage	Kör- per- gewicht	Haut- gewicht	Extremität	Klaue- n- rücken je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	V	10.01.	482	48	III	55	3,65 ± 0,48	11,75 ± 2,26
2	T	28.02.	508	51	II	65	2,24 ± 0,38	9,24 ± 2,02
3	-	10.01.	-	-	IV	52	5,01 ± 0,90	26,41 ± 5,83
4	T	28.02.	558	46	III	57	3,62 ± 0,50	17,23 ± 4,15
5	V	10.01.	585	55	I	68	2,45 ± 0,34	7,51 ± 1,40
6	T	07.03.	549	46	I	65	2,57 ± 0,32	11,66 ± 1,87
7	T	17.01.	509	46	III	64	4,59 ± 0,73	17,13 ± 3,86
8	V	07.03.	586	51	II	64	3,78 ± 0,40	15,16 ± 2,62
9	T	17.01.	581	47	IV	53	3,24 ± 0,36	12,59 ± 2,46
10	V	07.03.	507	53	III	66	2,80 ± 0,37	14,66 ± 3,45
12	T	17.01.	557	51	I	58	2,37 ± 0,27	9,56 ± 1,52
13	V	07.03.	638	56	IV	45	3,17 ± 0,37	12,32 ± 3,16
14	T	24.01.	511	43	IV	51	4,01 ± 0,53	16,57 ± 3,71
15	-	13.03.	-	-	I	61	2,96 ± 0,40	12,04 ± 1,75
16	T	31.01.	470	49	I	61	2,65 ± 0,45	11,62 ± 2,16
17	V	14.03.	542	52	II	46	3,01 ± 0,61	16,81 ± 4,84

Tab. 45 Vatergruppe 611 (Erp-1 18.11.77) Fleckvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht " kg	Hautgewicht " kg	Extremität I II III IV	Klaue- röhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrchens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	V	04.01.	595	49	I	56	1,79 ± 0,21	6,02 ± 1,09
3	V	10.01.	481	45	II	56	2,11 ± 0,29	7,51 ± 1,09
5	V	10.01.	385	35	III	63	2,39 ± 0,42	7,69 ± 1,69
7	V	10.01.	550	56	IV	62	2,37 ± 0,59	11,26 ± 4,69
8	T	28.02.	551	46	IV	66	3,16 ± 0,43	12,62 ± 2,76
9	T	17.01.	580	51	II	58	2,24 ± 0,48	10,23 ± 2,11
10	V	07.03.	652	54	IV	38	3,05 ± 0,41	12,99 ± 2,70
11	V	07.03.	572	51	II	39	2,38 ± 0,57	12,55 ± 2,29
13	V	07.03.	611	56	II	50	2,76 ± 0,44	12,17 ± 1,97
15	V	14.03.	640	57	III	47	4,61 ± 0,85	16,35 ± 3,57
17	V	14.03.	578	47	IV	47	3,40 ± 0,63	11,28 ± 2,03
18		24.01.			II	69	1,91 ± 0,26	7,04 ± 1,06

Proben-Nr.	Profil- bezeichnung	Kontroll- zeit	Kontroll- gewicht	Kontroll- gewicht	Distanz	Kla- ren- röhren je m ²	Durchmesser des Einzelröhrens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	I	14.00	572	42	III	36	0,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1
2	II	14.00	548	40	I	36	0,54 ± 0,55	15,16 ± 4,35
3	I	24.01	497	39	IV	53	0,46 ± 0,73	13,67 ± 3,10
4	II	21.00	548	50	II	41	2,85 ± 0,38	10,72 ± 1,98
5	I	31.01	434	36	I	54	0,02 ± 0,46	12,18 ± 2,32
6	II	21.00	590	46	I	44	0,05 ± 0,36	12,43 ± 1,76
7	I	31.01	438	32	II	46	0,36 ± 0,26	10,41 ± 1,81
8	II	21.00	576	43	IV	45	0,84 ± 0,96	17,27 ± 4,05
9	I	11.00	505	40	II	54	0,98 ± 0,44	14,90 ± 2,25
10	II	21.00	515	40	II	48	0,47 ± 0,64	19,68 ± 3,50
11	V	21.00	516	42	III	51	2,51 ± 0,48	11,61 ± 2,60
12	I	14.00	410	41	IV	37	0,07 ± 0,71	16,44 ± 2,40
13	I	14.00	406	39	III	50	2,92 ± 0,37	11,40 ± 1,05
14	I	14.00	407	41	I	66	2,27 ± 0,21	11,40 ± 1,78
15	I	14.00	407	41	II	69	2,64 ± 0,47	9,47 ± 1,90
16	I	11.00	611	40	I	42	4,96 ± 0,50	10,48 ± 2,06

Tab. 47 Vatergruppe 613 (Kapri 15.12.77) Fleckvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität	Klaue-nrörchen je mm ²	Durchmesser des Einzelrörchens x 10 ⁻² mm	Fläche des Einzelrörchens x 10 ⁻⁴ mm ²
1	T	24.01.	529	48	I	66	1,89 ± 0,25	6,27 ± 1,07
2	V	21.03.	608	53	I	48	2,94 ± 0,54	11,35 ± 2,85
4	V	28.02.	578	51	IV	44	3,38 ± 0,34	12,69 ± 2,13
5	T	07.02.	545	52	I	56	3,13 ± 0,31	10,80 ± 1,50
6	V	28.03.	598	43	I	49	2,83 ± 0,40	10,97 ± 2,31
7	T	07.02.	425	36	II	66	2,20 ± 0,45	7,12 ± 1,22
8	V	28.03.	593	52	II	66	2,68 ± 0,41	9,74 ± 2,07
9	T	07.02.	510	41	III	64	3,71 ± 0,56	14,11 ± 2,35
10	V	04.04.	545	42	IV	47	3,60 ± 0,41	13,60 ± 2,49
12	T	14.02.	542	52	III	68	3,54 ± 0,56	13,99 ± 2,61
14	T	14.02.	466	39	IV	61	1,90 ± 0,26	6,86 ± 1,41
16	T	21.02.	503	47	II	57	2,53 ± 0,39	9,79 ± 2,16
17	T	11.04.	540	51	I	54	1,55 ± 0,18	4,66 ± 0,86
18	T	21.02.	440	42	III	57	3,23 ± 0,37	13,09 ± 2,96

Flur- nr.	Aufstall- lungsart	Schlacht- tag	Körper- gewicht	Haut- gewicht	Extraktität	Klaue- nröhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrchens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	V	03.05.	665	57	III	46	3,23 ± 0,34	13,37 ± 2,90
2	V	03.05.	650	56	IV	40	4,27 ± 0,75	15,53 ± 3,35
3	V	03.05.	575	48	I	42	2,88 ± 0,45	11,79 ± 1,90
4	V	03.05.	578	47	II	38	3,29 ± 0,40	14,57 ± 2,75
5	V	03.05.	627	54	III	47	3,05 ± 0,61	14,30 ± 3,10
6	V	03.05.	615	54	IV	46	3,21 ± 0,46	12,24 ± 2,23
7	V	03.05.	545	49	I	44	3,20 ± 0,53	13,31 ± 2,22
8	T	09.05.	652	53	II	42	3,04 ± 0,41	10,30 ± 1,69
9	T	09.05.	507	43	II	55	2,64 ± 0,39	9,67 ± 1,68
10	T	16.05.	612	45	II	45	3,21 ± 0,39	11,74 ± 2,79
11	T	06.06.	618	56	II	41	3,82 ± 0,55	14,82 ± 3,28
12	T	06.06.	646	54	III	43	2,59 ± 0,38	11,10 ± 1,75

Tab. 49 Vatergruppe 615 (Peko 8.2.78) Fleckvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extranität	Klauenröhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzelröhrchens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	T	09.05.	522	44	IV	40	3,99 ± 0,59	18,01 ± 3,59
3	T	09.05.	564	44	I	58	2,19 ± 0,28	8,01 ± 1,52
4	T	16.05.	570	48	III	46	3,36 ± 0,40	13,68 ± 3,19
5	V	16.05.	502	49	IV	43	3,64 ± 0,52	15,26 ± 2,46
6	V	23.05.	565	46	I	49	2,97 ± 0,33	12,45 ± 1,56
8	T	30.05.	573	47	IV	44	2,67 ± 0,30	9,87 ± 1,40
10	T	06.06.	702	55	IV	39	3,74 ± 0,43	14,27 ± 3,29
11	T	30.05.	612	50	I	40	2,92 ± 0,47	13,13 ± 3,04
12	T	30.05.	570	51	II	46	2,72 ± 0,49	10,44 ± 2,51

Tab. 50 Vatorgruppe 619 (Mitus 9.2.79) Fleischschaf

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität	Klauenhörnchen je mm ²	Durchmesser des Einzelhörnchens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzelhörnchens $\times 10^{-4}$ mm ² s
1	V	03.05.	614	49	II	46	2,93 $\pm$ 0,34	10,15 $\pm$ 1,76
2	V	03.05.	677	60	III	41	2,87 $\pm$ 0,34	11,49 $\pm$ 2,33
3		09.05.			II	59	2,94 $\pm$ 0,54	11,84 $\pm$ 2,33
4	T	09.05.	644	47	III	50	2,91 $\pm$ 0,44	10,62 $\pm$ 2,35
5	T	09.05.	555	46	IV	59	2,72 $\pm$ 0,44	9,39 $\pm$ 2,36
6	V	16.05.	585	51	I	46	2,77 $\pm$ 0,28	9,31 $\pm$ 1,76
7	T	16.05.	604	52	II	55	2,57 $\pm$ 0,35	10,87 $\pm$ 2,24
8	V	16.05.	592	42	III	56	2,65 $\pm$ 0,43	9,48 $\pm$ 1,71
9	V	23.05.	580	47	II	43	2,73 $\pm$ 0,43	10,87 $\pm$ 1,86
11	V	23.05.	676	55	III	42	2,88 $\pm$ 0,42	12,35 $\pm$ 1,77
12	T	30.05.	627	45	I	38	3,02 $\pm$ 0,49	12,61 $\pm$ 2,46

Taf. 51 Vatergruppe 617 (Memel 10.2.78) Braunvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität	Klauentröhren je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzelröhrens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	T	16.05.	552	40	III	50	3,27 ± 0,61	14,30 ± 4,59
2	T	16.05.	496	39	IV	51	2,57 ± 0,38	10,80 ± 1,74
3	T	23.05.	578	49	IV	53	2,88 ± 0,37	11,50 ± 2,48
4	T	23.05.	566	47	II	44	2,68 ± 0,32	10,45 ± 1,62
5	T	23.05.	595	46	II	47	2,86 ± 0,31	10,95 ± 2,13
6	T	23.05.	583	45	III	50	3,85 ± 0,43	15,55 ± 2,57
7	T	30.05.	548	44	II	51	2,68 ± 0,36	10,12 ± 1,77
8	T	30.05.	598	46	II	47	3,83 ± 0,63	13,43 ± 2,28
9	T	13.06.	586	49	III	40	3,40 ± 0,55	15,52 ± 2,95
10	T	06.06.	568	41	IV	47	3,31 ± 0,35	13,29 ± 2,65
11	T	06.06.	565	40	I	45	3,10 ± 0,38	10,49 ± 1,78
12	T	06.06.	556	45	I	55	2,59 ± 0,36	10,35 ± 1,69

Tab. 52 Watergruppe 618 (Norfaster 10.2.78) Braunvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität	Klauienröhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzelröhrchens $\times 10^{-4}$ mm ² s
1	T	09.05.	612	46	I	41	3,46 $\pm$ 0,53	12,28 $\pm$ 2,35
2	T	09.05.	655	42	II	47	2,77 $\pm$ 0,39	10,01 $\pm$ 1,72
3	T	09.05.	562	41	III	52	4,17 $\pm$ 0,46	18,17 $\pm$ 3,70
4	T	23.05.	556	46	IV	45	2,80 $\pm$ 0,38	9,75 $\pm$ 1,81
5	T	23.05.	577	45	I	46	2,79 $\pm$ 0,36	10,96 $\pm$ 2,02
6	T	30.05.	552	42	IV	43	2,60 $\pm$ 0,31	9,25 $\pm$ 1,79
7	T	30.05.	561	48	I	45	2,60 $\pm$ 0,39	9,67 $\pm$ 1,38
8	T	30.05.	602	46	II	41	2,33 $\pm$ 0,26	8,71 $\pm$ 1,43
9	T	30.05.	592	43	III	52	2,99 $\pm$ 0,32	11,97 $\pm$ 2,28
10	T	06.06.	624	46	II	43	2,91 $\pm$ 0,41	13,36 $\pm$ 2,31
11	T	06.06.	564	43	III	46	2,86 $\pm$ 0,42	10,63 $\pm$ 2,24
12	T	06.06.	582	43	IV	56	2,57 $\pm$ 0,29	9,34 $\pm$ 1,24

Tab. 53 Vatergruppe 619 (Helt 15.2.78) Fleckvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität	Klaue- röhren je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzel- röhrens $\times 10^{-4}$ mm ² s
1	V	03.05.	625	48	IV	45	$4,07 \pm 0,91$	$14,14 \pm 2,63$
2	V	03.05.	600	50	I	41	$3,06 \pm 0,49$	$14,35 \pm 2,72$
3	T	09.05.	625	49	IV	47	$3,30 \pm 0,53$	$12,39 \pm 1,97$
4	T	09.05.	583	42	I	46	$2,32 \pm 0,32$	$8,85 \pm 1,67$
5	T	16.05.	614	49	I	44	$3,54 \pm 1,81$	$18,26 \pm 3,60$
6	T	16.05.	618	56	I	43	$3,48 \pm 0,52$	$12,89 \pm 2,10$
7	T	16.05.	628	46	II	52	$2,94 \pm 0,69$	$11,42 \pm 3,11$
8	V	23.05.	600	49	II	39	$2,82 \pm 0,31$	$12,10 \pm 2,26$
9	V	23.05.	662	52	III	46	$2,79 \pm 0,32$	$9,69 \pm 2,19$
11	V	30.05.	567	53	IV	56	$3,00 \pm 0,43$	$10,91 \pm 2,02$
12	V	30.05.	634	45	I	52	$2,74 \pm 0,33$	$11,10 \pm 2,02$

Tab. 51 Vatergruppe 520 (Nost 14.3.79) Fleckvieh

Tier- Nr.	Aufstal- lungsart	Schlacht- tag	Körper- gewicht	Haut- gewicht	Extremität	Klaue- nröhren ² je mm	Durchmesser des Einzelröhrens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzel- röhrens $\times 10^{-4}$ cm ² s
1	T	13.06.	590	36	I	44	2,36 $\pm$ 0,28	9,94 $\pm$ 1,80
2	T	13.06.	592	51	III	48	2,85 $\pm$ 0,40	10,29 $\pm$ 2,03
3	T	13.06.	562	51	IV	42	2,51 $\pm$ 0,42	9,27 $\pm$ 1,74
4	T	13.06.	575	53	I	53	2,31 $\pm$ 0,29	10,21 $\pm$ 2,47
5	V	20.06.	614	53	III	43	3,30 $\pm$ 0,33	12,24 $\pm$ 1,74
6	V	20.06.	588	50	IV	59	2,44 $\pm$ 0,28	9,98 $\pm$ 2,03
7	V	20.06.	570	49	I	40	2,55 $\pm$ 0,79	9,17 $\pm$ 1,09
8	V	20.06.	559	55	II	46	4,07 $\pm$ 0,68	15,71 $\pm$ 2,09
9	V	20.06.	570	48	III	36	3,50 $\pm$ 0,64	15,76 $\pm$ 3,68
10	V	26.06.	550	60	I	47	3,32 $\pm$ 0,49	14,90 $\pm$ 2,22
11	V	26.06.	536	46	II	39	4,20 $\pm$ 0,56	15,20 $\pm$ 2,85

Tab. 55 Vatergruppe 621 (Acvik 15.3.78) Braunvieh

Tier-Nr.	Aufstallungsart	Schlachttag	Körpergewicht	Hautgewicht	Extremität	Klaunrörchen je mm ²	Durchmesser des Einzelrörchens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzelrörchens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	T	13.06.	518	36	II	49	2,31 ± 0,34	9,16 ± 1,45
3		26.06.			III	53	2,90 ± 0,43	9,60 ± 1,77

Tag- Nr.	Zufstal- lungsart	Schlacht- tag	Körper- gewicht	Haut- gewicht	Extremität	Klaue- nröhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrchens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	T	13.06.	561	41	III	56	2,46 ± 0,33	8,67 ± 1,55
2	T	20.06.	550	40	IV	44	2,94 ± 0,50	11,49 ± 2,43
3	T	20.06.	542	43	I	47	3,12 ± 0,23	11,41 ± 1,97
5	T	26.06.	605	56	IV	55	2,58 ± 0,36	15,26 ± 4,08
6	T	26.06.	566	51	I	46	2,80 ± 0,50	11,51 ± 2,26
7	T	26.06.	508	44	II	41	3,27 ± 0,48	14,81 ± 2,48
8	I	26.06.	576	46	III	48	3,11 ± 0,39	9,80 ± 1,75

Tab. 57 Vatergruppe 623 Fleckvieh

Tier- Nr.	Aufstal- lungsart	Schlacht- tag	Körper- gewicht	Haut- gewicht	Extremität	Klaue- röhrchen je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrchens $\times 10^{-2}$ mm s	Fläche des Einzel- röhrchens $\times 10^{-4}$ mm ² s
2	T	20.06.	648	49	II	42	3,48 $\pm$ 0,46	13,05 $\pm$ 2,15
3	T	20.06.	666	59	III	54	3,37 $\pm$ 0,34	13,52 $\pm$ 2,10
4	T	20.06.	662	59	IV	47	2,78 $\pm$ 0,44	9,92 $\pm$ 1,52
5	T	20.06.	646	54	I	50	3,24 $\pm$ 0,49	13,91 $\pm$ 2,58
6	T	20.06.	648	49	II	46	2,58 $\pm$ 0,27	9,58 $\pm$ 1,55
7	T	13.06.	574	57	III	49	2,91 $\pm$ 0,37	10,19 $\pm$ 1,87
8	T	26.06.	585	55	IV	46	3,08 $\pm$ 0,49	9,83 $\pm$ 1,69
10	T	26.06.	588	49	IV	43	4,20 $\pm$ 0,50	16,25 $\pm$ 2,53
11	T	26.06.	555	45	II	46	2,87 $\pm$ 0,38	11,21 $\pm$ 2,02

Tab. 59. Untereinprobe 225 (Aug 16.5.79) Fleckvieh

Tier- n.	Aufzucht- lungsart	Schlacht- tag	Körper- gewicht	Haut- gewicht	Extremität	Klaue- n röhren je mm ²	Durchmesser des Einzelröhrens x 10 ⁻² mm s	Fläche des Einzel- röhrens x 10 ⁻⁴ mm ² s
1	T	13.06.	504	44	I	52	2,42 ± 0,37	11,04 ± 2,21
2	T	13.06.	565	53	II	41	2,47 ± 0,34	8,57 ± 1,46
3	V	20.06.	655	57	IV	44	3,74 ± 0,48	15,99 ± 2,38
4	V	26.06.	546	48	II	52	2,86 ± 0,33	10,38 ± 1,77
5	V	26.06.	568	54	I	49	3,26 ± 0,44	13,26 ± 2,08
6	V	26.06.	665	51	II	43	2,99 ± 0,30	11,60 ± 2,98

Danksagung

Herrn Prof. Dr. H. Kräußlich danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas und die immer verständnisvolle und großzügige Unterstützung der Arbeit.

In gleicher Weise gilt mein Dank Herrn Dr. habil. R. Hoffmann und seiner Fachabteilung für die bereitwillige Hilfe bei der Abklärung technischer Probleme und die kritische Betreuung während der Anfertigung dieser Arbeit.

Weiterhin danke ich Herrn Prof. Dr. K. Osterkorn für die Erstellung der zur Berechnung erforderlichen EDV-Programme.

Der Tierzuchtforschung e.V. bin ich für die großzügige finanzielle Unterstützung dankbar, ohne die diese Arbeit nicht hätte durchgeführt werden können.



Lebenslauf

Jörg Walz

geboren am 10.07.1951 in Geislingen an der Steige

Vater : Erwin Walz, Werkzeugschlosser

Mutter: Brunhilde Walz, geb. Reinert

1958 - 1962 Volksschule Geislingen

1962 - 1971 Neusprachliches Gymnasium Geislingen

1971 - 1972 Wehrdienst

Im Wintersemester 1972/73 Beginn des Studiums der
Tiermedizin an der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

Sommer 1973: Vorphysikum

Sommer 1974: Physikum

Im Wintersemester 1974/75 Fortsetzung des Studiums der
Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität München

Sommer 1975 : Staatsexamen I. Teil

Sommer 1976 : Staatsexamen II. Teil

Winter 1977/78: Staatsexamen III. Teil

30.03.1978 Approbation als Tierarzt

Seit April 1978 Anfertigung der vorliegenden Doktorarbeit
aus dem Institut für Tierzucht und Tierhygiene, Lehrstuhl
für Tierzucht der Tierärztlichen Fakultät der Universität
München

Seit 01.07.1979 angestellt beim Tiergesundheitsdienst
Bayern, Dienststelle Landshut





